PAMPHLET COLL.

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
Dr. K. GOEBEL
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
HEFT 5

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE GESCHLECHTS- UND KERNVERHÄLTNISSE BEI DER HYMENOMYZETENGATTUNG *COPRINUS*

VON

HERMANN BRUNSWIK

AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUTE DER UNIVERSITÄT WIEN

MIT 3 TEXTFIGUREN, 16 SCHEMATA UND 35 TABELLEN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1924

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
28 OCT 1959

Die Preise sind in Goldmark angegeben. Preisänderungen, besonders für Einbände, bleiben vorbehalten. Nach dem Ausland erfolgt Berechnung in Dollar.

Botanische Abhandlungen

Herausgegeben von

Dr. K. Goebel

Prof. a. d. Universität München

Heft 1: **Gesetzmäßigkeiten im Blattaufbau.** Von Dr. K. Goebel, Prof. a. d. Univers. München. (Herausgegeben mit Unterstützung der bayrischen Akademie der Wissenschaften.) Mit 25 Abbild. im Text. III, 78 S. gr. 8° 1922 Gmk 2.—

Die Untersuchungen Goebels gehen von der Frage aus, ob sich in der Anordnung der „Blattnerven" und der Spaltöffnungen Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen; sie sind gleichzeitig eine wesentliche Ergänzung zu den Ausführungen des Verf. über den gleichen Gegenstand in seiner „Organographie".

Heft 2: **Die sterile Kultur der höheren Pflanzen.** Von G. Klein und J. Kisser. Mit 20 Abbild. im Text. (Aus d. pflanzenphysiolog. Inst. d. Univers. Wien.) 64 S. gr. 8° 1924 Gmk 2.40

Eine Reihe von biochemischen Fragen hat ihre Durcharbeitung noch nicht finden können, da hierfür eine leichte und absolut sichere Kulturmethode höherer Pflanzen Voraussetzung ist. Wohl gibt es eine Anzahl von Methoden, aber diese sind etweder zu unsicher, zu kompliziert, andere sogar unbrauchbar. Die vorliegenden Untersuchungen geben zunächst eine kritische Darstellung aller bekannten Methoden. Im Anschluß hieran wird eine neue Methode mitgeteilt, die die Verfasser auf Grund vieler Versuche ausgearbeitet haben und die auf das Interesse aller Biologen, vor allem aber der Botaniker rechnen kann.

Heft 3: **Blütenmorphologische Untersuchungen an den Euphorbiaceen** unter besonderer Berücksichtigung der Phylogenie der Angiospermenblüte. Von Dr. P. Michaelis, Jena. Mit 41 Tafeln. 150 S. gr. 8° 1924 Gmk 16.—

Zur Einführung in die vorliegenden Fragen gibt der Verfasser zunächst eine Darstellung der wichtigsten z. Z. bestehenden Ansichten über die morphologische Natur der Blüte und ihre Bildung im phylogenetischen Sinne (Pseudanthienlehre Wettsteins, Euanthienlehre Halliers und Arber-Parkins', sowie die von Karsten und Celakovsky vertretenen Anschauungen). Alsdann behandelt er seine eigenen Untersuchungen innerhalb der Familie der Euphorbiaceen und erörtert an ihrem Beispiele die Frage nach dem Bildungsgange ihrer Blüten. Anhangsweise werden einige Versuche experimenteller Richtung angeführt. Zum Schluß bespricht der Verfasser noch die Frage der Phylogenie der Angiospermen im allgemeinen. Außer einem Literaturverzeichnis sind der von der Universität München preisgekrönten Schrift noch 41 Tafeln in Schwarzdruck mit nahezu 500 Zeichnungen und ausführlichen Erklärungen beigegeben.

Heft 4: **Untersuchungen über Sexualität und Parasitismus bei Mucorineen I.** Von Dr. H. Burgeff, Professor an der Universität Göttingen. Mit 43 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. 135 S. gr. 8° 1924

Heft 5: **Untersuchungen über die Geschlechts- und Kernverhältnisse bei der Hymenomyzetengattung *Coprinus*.** Von Hermann Brunswik. Aus dem botanischen Institute der Universität Wien. Mit 3 Textfiguren, 16 Schemata u. 35 Tabellen. 152 S. gr. 8° 1924

Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen und deren teleologische Deutung. Ergänzungsband zur „Organographie der Pflanzen". Von Dr. **K. Goebel,** Prof. an der Universität München. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 278 Abb. im Text. X, 565 S. gr. 8° 1924 Gmk 20.—, geb. 22.—

Inhalt: 1. Einleitung. 2. Die Verschiedenheit in der Blütengestaltung der Papilionazeen und ihre biologische Bedeutung. 3. Art der Entfaltung, Gelenke und Schwellkörper. 4. Entfaltungsbewegungen der Sprosse (Sproßnutationen). 5. Entfaltungsbewegungen der Blätter. 6. Entfaltungsdrehungen (Morphologie des Unsymmetrischen). 7. Resupination der Blüten. 8. Die Reihenfolge der Entfaltung. 9. Entfaltungs- und Reizbewegungen in Blüten. 10. Die Sensitiven. 11. Die Schlafbewegungen. — Namen- und Sachregister.

Zeitschrift für Botanik, 1921, Heft 5: Verf. führt uns in diesem Buche ein gewaltiges Material vor. Überall hat er, überaus fein beobachtend, neue Tatsachen gefunden und stellt nun auf Grund einer fast verblüffenden Kenntnis namentlich der älteren Literatur dar, was er von gewissen ökologischen Fragen hält. . . Oltmanns.

BOTANISCHE ABHANDLUNGEN
HERAUSGEGEBEN VON
Dr. K. GOEBEL
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
HEFT 5

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE GESCHLECHTS- UND KERNVERHÄLTNISSE BEI DER HYMENOMYZETENGATTUNG *COPRINUS*

VON

HERMANN BRUNSWIK

AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUTE DER UNIVERSITÄT WIEN

MIT 3 TEXTFIGUREN, 16 SCHEMATA UND 35 TABELLEN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1924

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Abschnitt: Allgemeine Gesichtspunkte	4—14
1. Plan und Zweck der Untersuchung	4
2. Das Versuchsobjekt *Coprinus*	5
3. Angewendete Versuchsmethoden	9
II. Abschnitt: Homothallische Arten mit Schnallenbildung	15—25
1. *Coprinus sterquilinus* Fr.	15
2. „ *narcoticus* Fr.	20
3. „ *stercorarius* (Bull.) Fr.	24
III. Abschnitt: Schnallenbildende Arten mit einem Sterilitätsfaktor	26—55
1. *Coprinus Friesii* Quel.	26
2. „ *comatus* Fr.	42
3. „ *velaris* Fr.	53
4. „ *deliquescens* (Bull.) Fr.	54
5. Eine weitere *Coprinus*-Art	55
IV. Abschnitt: Schnallenbildende Arten mit zwei Sterilitätsfaktoren	56—95
1. *Coprinus fimetarius* (L.) Fr.	56
2. „ *niveus* (Pers.) Fr.	81
3. „ *picaceus* (Bull.) Fr.	84
4. „ *micaceus* (Bull.) Fr.	92
5. „ *lagopus* Fr.	94
V. Abschnitt: Schnallenlose Arten der Gattung.	96—126
A. Homothallische Formen.	
1. *Coprinus ephemeroides* Fr.	98
B. Heterothallische Formen.	
1. *Coprinus ephemerus* (Bull.) Fr.	103
2. „ *curtus* Kalkbr.	124
3. Weitere schnallenlose *Coprinus*-Arten	126
VI. Abschnitt: Theoretische Auswertung der Versuchsergebnisse; Schlußbetrachtung	127—141
A. Die Entwicklungs- und Kernverhältnisse bei den Hymenomyzeten überhaupt	127
B. Zusammenfassung der Verhältnisse bei der Gattung *Coprinus*	136
1. Verteilung der verschiedenen Typen in der Gattung	136
2. Systematische Verwertbarkeit dieser Typen	138
3. Geschlechtsfaktoren oder Sterilitätsfaktoren?	140
Zusammenfassung der wesentlich neuen Befunde der Untersuchung	142—148
Literaturverzeichnis	149—152

I. Abschnitt.

Allgemeine Gesichtspunkte.

1. Plan und Zweck der Untersuchung.

Die jahrelang fortgesetzten Untersuchungen Kniep's (I—IX) an Hymenomyzeten, die unabhängig von Kniep gleichzeitig erfolgte Entdeckung der Heterothallie gewisser Basidiomyzeten durch Bensaude (I, II) und die Versuche von Vandendries (I—III) haben eine ganz neue Auffassung über die typischen Kern- und Geschlechtsverhältnisse der Basidiomyzeten sowie über die Bedeutung der Schnallen festgelegt. Diese Auffassung kann als bekannt vorausgesetzt werden. Sie erscheint bereits in kurzen Zügen in der neuesten Auflage von Strasburger's Lehrbuch der Botanik (I) wiedergegeben. In eingehender Weise ist sie vom Verfasser (I) in einem jüngst erschienenen Sammelreferate dargestellt worden.

Neben diesen herausgearbeiteten „Normal"-Typen finden sich in den Arbeiten aller genannten Autoren, besonders aber in denen von Kniep und seinen Schülern zahlreiche Angaben und Hinweise über ein wesentlich abweichendes Verhalten gewisser Arten; scheinbare Unstimmigkeiten und noch ungeklärte Punkte treten vor Augen. Sie lassen erkennen, daß erst ein Teil der in Fülle bei den Hymenomyzeten verwirklichten Möglichkeiten bekannt geworden ist und in befriedigender Weise eingeordnet erscheint [vgl. Kniep (VIII), S. 28—29].

In dieser Erkenntnis liegt der Ansporn zu weiterer Versuchsarbeit auf diesem Gebiete.

Einen Beitrag zur Kenntnis der erwähnten, zahlreichen Typen bei den Hymenomyzeten zu liefern, ist der Zweck der vorliegenden Untersuchung. Hierbei soll aber insofern ein wesentlich veränderter Standpunkt eingenommen werden, als nicht so wie bisher zu Untersuchungsobjekten einzeln herausgegriffene Arten systematisch weit auseinander liegender Gattungen gewählt werden, die sich gerade für einen bestimmten Teilzweck besonders geeignet erweisen mögen. Vielmehr soll eine einzige gut umschriebene

Gattung in möglichst vielen Arten eingehend analysiert werden. Hierdurch wird ein Doppeltes erreicht: Es können nicht allein eventuell neue Typen in Hinsicht auf Schnallenbildung, Kern- und Geschlechtsverhältnisse gefunden werden und die erst in wenigen Fällen oder flüchtig bekannten Typen neuerlich zur Bestätigung gelangen, sondern es wird gleichzeitig zum erstenmale ein Überblick über die Verteilung dieser Typen innerhalb einer großen Gattung angestrebt und damit der Frage nach der systematischen Verwertbarkeit dieser neu gewonnenen Charaktere näher getreten. —

2. Wahl des Versuchsobjektes.

Im Jahre 1922 dienstlich an einem der Kais. Wilh.-Institute in Berlin-Dahlem tätig, wurde der Verf. von Herrn Privatdoz. Dr. F. v. Wettstein auf die Gattung *Coprinus* als ein in dieser Hinsicht äußerst günstiges Versuchsobjekt aufmerksam gemacht. In der Tat erfüllt sie in vielem die plangemäß zu stellenden Anforderungen in ausgezeichneter Weise.

a) Vorteile der Gattung *Coprinus*.

Zahlreiche Arten der Gattung *Coprinus* lassen sich, wie seit Brefeld's (I—III) bahnbrechenden Untersuchungen bekannt ist, leicht und in raschem Zyklus (3—6 Wochen) von der Spore bis zum sporenden Fruchtkörper in steriler Kultur ziehen — ein bei den Basidiomyzeten bekanntlich keineswegs überall anzutreffender Vorteil, der aber die Grundbedingung für jedes Experimentieren bedeutet. Die dunkel gefärbten Sporen erleichtern die fehlerfreie Isolierung von Einspormyzelien, wie sie zur Feststellung der Heterothallie bzw. Homothallie und zu Vererbungsversuchen unerläßlich erscheinen. Die Zellkerne sind in der Regel nicht allzu klein, so daß die Feststellung der Kernverhältnisse nicht zu sehr erschwert ist.

b) Vorliegende Arbeiten über *Coprinus*.

Wohl im Zusammenhang mit der leichten Kulturmöglichkeit steht es, daß die Gattung *Coprinus* die in mannigfacher Hinsicht am besten und eingehendsten bekannte Verwandtschaftsgruppe innerhalb der Hymenomyzeten darstellt. Die nachstehende, keineswegs vollständige Literaturzusammenstellung möge dies zeigen:

Systematik. Massee (I), monographische Revision der Gattung *Coprinus*; darnach auch die Bearbeitung der Gattung von Hennings in Engler-Prantl (I). Letzte Bearbeitung der mitteleuropäischen Formen der Gattung in Ricken (I);

klar und kritisch die jüngst erschienene Bearbeitung der *Coprini* von Dänemark durch J. E. LANGE (I).

E. CH. HANSEN (I) gibt eine Unterscheidung der sklerotienbildenden Formen von *C. stercorarius* nnd *C. niveus* von den sonst fast identischen sklerotienlosen. BULLER (V) beschreibt drei für Europa neue *Coprinus*-Arten.

Anatomie und Entwicklungsgeschichte. BREFELD (I) gibt eine vollkommene Analyse von *C. stercorarius*, *C. ephemerus*, *C. lagopus* und *C. ephemeroides* von der Sporenkeimung bis zum reifen Fruchtkörper. Bei BREFELD (I—III) und FALCK (I) Angaben über Oidienbildung bei verschiedenen *Coprinus*-Arten. Keimung der Oidien. BAUM (I) und MAIRE (I) machen Angaben über den Vorgang der Zellwandbildung bei *C. ephemeroides*, *C. lagopus* und *C. radiatus*. — LEVINE (I) studiert die Fruchtkörperdifferenzierung, Anlage und Entwicklung der Lamellen bei *C. micaceus*; ATKINSON (I) untersucht das gleiche an *C. comatus*, *C. atramentarius* und *C. micaceus* mit teilweise anderen Ergebnissen, die von LEVINE (II) bei einer neuerlichen Untersuchung von *C. ephemerus* und *C. stercorarius* jedoch nicht anerkannt werden. — WETTSTEIN (I) gibt eine Morphologie der Cystiden von über zehn *Coprinus*-Arten. Aufstellung zweier verschiedener Cystiden-Typen. DEMELIUS (I) untersucht später noch die Cystiden von *C. velaris*, *C. papillatus* und *C. diaphanus*. — BULLER (IV) verfolgt die Sporenentwicklung vom Auftreten der Sterigmenköpfchen bis zum Abschleudern. WEIR (II) beschreibt die Differenzierung der Gewebe des Fruchtkörpers bei *Coprinus* (*C. atramentarius*, *C. fuscescens*) und ihre Beziehung zu physiologischen Funktionen. Angabe von „Milchgefäßen" für *C. niveus*, *C. fimetarius* und 5 andere Arten.

Okologie. BREFELD (I), WETTSTEIN (I), BULLER (II) betrachten die Cystiden als „Schutzpfosten" zum Auseinanderhalten der Lamellen. BULLER (II) gibt einen Ersatz dieses Mechanismus bei cystidenlosen oder cystidenarmen Arten an. KNOLL (I, II): Die Cystiden bei *Coprinus* keine Hydathoden wie sonst bei den Agaricaceen. Beschreibung von Trichomhydathoden und Guttation bei *C. ephemerus*, *C. radiatus* und *C. lagopus*. Zusammenhang mit Stielstreckung. BULLER (I, II, IV), auch FALK (I) analysieren den Modus des Sporenabwerfens sowie die Zahl der Sporen. Dieselben, LENDNER (I) und HANSEN (I) geben Klebvorrichtungen der Sporen an; Sporenhülle bei *C. stercorarius* und *C. narcoticus*. BULLER (II) studiert den Vorgang der Selbstverdauung (des „Zerfließens") eingehend; Zusammenhang mit dem Sporenstreuen. Selbstverdauung auch bei den scheinbar nicht zerfließenden Arten (Coprinarii) nachweisbar. WEIR (II): In den eben zerfließenden Fruchtkörpern von *C. fimetarius* werden folgende Fermente festgestellt: Tyrosinase, Peroxydase, Katalase, Emulsin, Diastase, Coagulase, Laccase, Cytase, Pectinase, Lipase, Rennetase, Pepsin, Erepsin. Pectase, Invertase und Amidase fehlen. Autolyse des Hutes (ohne Bakterienmitwirkung). — F. ROSEN (I) beschreibt Eiweißkristalle bei *C. extinctorius*.

Stoffwechsel- und Reizphysiologie. Abgesehen von den in fast allen zitierten Arbeiten enthaltenen Notizen über die Kulturbedingungen von *Coprinus* ist zu erwähnen: KLEBS (I): Der Einfluß der Nahrungsänderung auf die Fruchtkörperbildung bei *C. ephemerus*; FALCK (I): Einfluß der Feuchtigkeit auf die Fruchtkörperbildung (*C. sterquilinus*). LAKON (I): Abhängigkeit der Fruchtkörperbildung von der Transpiration (*C. plicatilis*). WEIR (I): Ca-Salze zur Fruchtkörperbildung nötig (*C. plicatilis*, *papillatus*, *niveus*, *ephemeroides*). BREFELD (I, II): Abhängigkeit der normalen Fruchtkörperausbildung vom Lichte bei den meisten *Coprinus*-Arten. Vergeilung der Fruchtkörper im Dunkeln (bloß indirekt bewirkter Tran-

spirationseinfluß?). Positiver Heliotropismus. Ganz indifferent gegen Licht als Ausnahme *C. lagopus, C. comatus* und nach Weir (II) *C. fimetarius var. macrorhizus*. E. Schenk (I) analysiert die Kulturbedingungen von verschiedenen *Coprinus*-Arten (*C. narcoticus, C. lagopus*); Licht und Transpiration sind die wirksamen Außenbedingungen für die Fruchtkörperbildung. Buller (III) beschreibt Fruchtkörper von *C. lagopus* mit ganz oder teilweise sterilem Hute (Basidien ohne Sporen); er führt dies auf zu günstige Ernährung bei künstlicher (steriler) Kultur zurück.

Regenerationsfähigkeit. Brefeld (I) weist für *C. stercorarius* und *C. ephemerus* nach, daß reproduktionsfähige Zellen in allen Teilen des Fruchtkörpers und des eventuell gebildeten Sklerotiums vorhanden. P. Köhler (I) erweitert für *C. ephemerus* die Befunde Brefeld's. Weir (II) findet in *C. niveus* ein besonders günstiges Objekt für Regenerationsversuche; Abhängigkeit der Regenerationserscheinungen von der geweblichen Differenzierung (*C. fimetarius var. macrorhizus*).

Polarität und Pfropfung. Weir (II) gelingt der Nachweis der Polarität in Stielstücken von *C. niveus*, ferner die Pfropfung von *C. niveus* auf *C. fimetarius var. macrorhizus* und umgekehrt, so daß das Reis normale Sporen bildet. Buller (III) erwähnt gelungene Transplantationen bei *C. sterquilinus*. — Teratologische Bildungen zusammengestellt bei Penzig (I, p. 60).

Eine derartige vielseitige Durcharbeitung konnte der geplanten Untersuchung nur zum Nutzen gereichen und ersparte viele Vor- und Nebenversuche.

Doch auch über die Geschlechts- und Kernverhältnisse selbst liegen für die Gattung *Coprinus* trotz der wenigen Jahre, daß man diesen Fragen Beachtung schenkt, bereits eine Reihe verstreuter Einzelbeobachtungen vor. Sie lassen erkennen, daß die Gattung *Coprinus* homothallische und heterothallische, schnallenführende und schnallenlose, im haploiden Stadium normalerweise einkernige und vielkernige Arten umfaßt, und daß sie daher bei eingehenderer Untersuchung eine Vielfalt von Typen aufzuweisen verspricht.

Die diesbezüglichen Literaturangaben seien deshalb etwas ausführlicher wiedergegeben:

Geschlechtsverhältnisse. Bensaude (I, II) entdeckt an einer zunächst unbestimmten, später als *C. fimetarius* L. bezeichneten Art die Heterothallie bei Basidiomyzeten. Kniep (VII, VIII) bestätigt dies und erkennt auch *Coprinus stercorarius* (Bull.) als heterothallisch. Lendner (I) findet *C. clavatus* Fr. heterothallisch (sechs Einspormyzelien geprüft; gewisse Widersprüche), *C. sterquilinus* Fr. jedoch homothallisch. Mounce (I, II) untersucht 9 Arten (in zusammen ca. 100 Einspormyzelien); als völlig schnallenlos und homothallisch bezeichnet sie *C. curtus* Kalkbr., *C. stellatus* Buller, *C. cordisporus* Gibbs. *C. comatus* Fr. ist scheinbar heterothallisch (nur 2 Einspormyzelien isoliert), *C. sterquilinus* Fr. eindeutig homothallisch (in 7 aufeinanderfolgenden Generationen), ebenso *C. stercorarius* (Bull.) und *C. ephemerus* Fr. (?). *C. lagopus* (59 E. Sp.-Myz.) und *C. niveus* (9 E. Sp.-Myz.) sind bei der zweiten Untersuchung heterothallisch, scheinbar nach Kniep's Viererschema. Vandendries (III) untersucht ebenfalls einen sog. *C. stercorarius* in Kürze und findet ihn wiederum heterothallisch (Diskussion vgl. S. 24).

Kernverhältnisse. Maire (I) untersucht, freilich nicht lückenlos, die Kernverhältnisse von *C. radiatus* Bolt. und *C. disseminatus* Quel. Die Sporen von *C. radiatus* sind zweikernig. Bei der Keimung entsteht ein Primärmyzel mit monoenergiden oder (!) polyenergiden Zellen. Die Oidien sind stets einkernig. Der Übergang von diesem Myzelium in junge Fruchtkörperanlagen wird nicht beobachtet. Schon ganz junge Fruchtkörper von $^1/_{10}$ mm Größe bestehen nur aus paarkernigen Zellen. Sie zeigen ganz dieselben Verhältnisse wie sie sich auch bei *C. disseminatus* finden. Junge Fruchtkörper erscheinen durchgehends zweikernig. In den großen Zellen der Stielperipherie kommt es durch wiederholte simultane Teilung des einen Paarkernes ohne Wandbildung zu einer — sekundären — Paar-Vielkernigkeit, die endlich zu Degeneration der Kerne in zahlreiche „tâches chromatiques" und zu amitotischer Fragmentation führt. — Die Paraphysen bleiben bis zum Absterben zweikernig, sind also nur durch Nahrungsmangel steril gebliebene Basidien. Die Karyogamie und Reduktionsteilung in der Basidie verläuft ganz normal. Flüchtig untersucht Maire noch *C. ephemeroides* Bull., *C. porcellanus* Fr. (dessen Kernverhältnisse in Basidien und Paraphysen schon Ruhland (I) feststellte) und die Sklerotien von *C. tuberosus*, ohne dabei wesentlich neues beobachten zu können. — Nur die Fruchtkörper untersucht Harper (I) bei *C. ephemerus*. Im Stiel, in den peripheren Schichten des Hutes, in den Volvazellen findet sich — sekundäre (?) — Vielkernigkeit, während die Zellen der Lamellen (Trama, Subhymenium, Paraphysen und Basidien) paarkernig sind. Nichols (I) untersucht zwei Jahre später einen *Coprinus*, den sie als *C. ephemerus* (?) bezeichnet. Im jungen Keimmyzel dieses Pilzes treten sowohl 1—4kernige als auch viel-(bis 14-)kernige Zellen auf. Nur die Oidien sind stets 1kernig. Die Haupthyphen des etwas älteren Myzels bestehen aus sehr langen Zellen mit 5—11 Kernen. Die Schnallen sind reichlich, wenn auch nicht an jeder Scheidewand. In den Y-förmigen Zellen, die die erste Fruchtkörperanlage aufbauen, befindet sich bereits je ein Paarkern, in den Stielzellen des Hutes treten dann auch wieder 4—8kernige Zellen auf; Trama und Hymenium sind paarkernig. Die einzige wirklich lückenlose Untersuchung der Kernverhältnisse für den gesamten Vegetationszyklus eines *Coprinus* liegt von Kniep (II) für *C. nycthemerus* Fr. vor. Die erste Zelle des Keimschlauches ist häufig 1kernig, ebensooft aber bis 4kernig. Die Zellen des noch schnallenfreien Myzels sind meist 1kernig, doch sind zuweilen auch 2kernige Zellen eingestreut. Die Oidien sind stets 1kernig. Zwischen dem schnallenfreien und schnallenführenden Myzel besteht keine scharfe Grenze. Im Schnallenmyzel sind vorwiegend Paarkerne. Auf die Deutung der Unregelmäßigkeiten (1- bzw. 3kernige Zellen) kommt Kniep nochmals später zurück (III, 1915). Regelmäßig paarkernig sind die jungen Fruchtkörperanlagen, ebenso der ganze erwachsene Fruchtkörper; nur in den Velumzellen und in den großen Stielzellen tritt sekundär Paar-Vielkernigkeit auf.

Die genannten vier cytologischen Untersuchungen sind heute — nach Entdeckung der Heterothallie — in ihrer Verwertbarkeit durch den Umstand leider beeinträchtigt, daß für die weiteren Entwicklungsstadien (Paarkernmyzel, Schnallenmyzel, junge Fruchtkörperanlagen) nirgends deutlich angegeben ist, ob sie aus Einspormyzelien oder Mischkulturen erzielt worden waren. Von vorneherein wäre das letztere anzunehmen.

Haploide Fruchtkörper. Kniep (VIII) beobachtet haploide, anscheinend Sporen entwickelnde Fruchtkörper bei *C. fimetarius*.

3. Angewendete Versuchsmethoden.

Um Wiederholungen zu vermeiden, seien die Versuchsmethoden gleich hier kurz angeführt. Sie sind, wie für Serien- und Massenversuche unbedingt nötig, sehr einfache. Gelegentlich verwendete Spezialmethoden werden an der betreffenden Stelle erwähnt werden.

a) Reinkultur von Myzelien und Fruchtkörpern.

Die Myzelien aller in den folgenden Teilen behandelten *Coprinus*-Arten gediehen gut auf Pferdemistdekoktagar. Er wurde stets in der Zusammensetzung bereitet, die schon Kniep für die Kultur von *C. nycthemerus* als vorteilhaft befunden hatte, nämlich: $^1/_2$ Proz. Rohrzucker, $^1/_2$ Proz. Pepton (Witte), 0,2 Proz. Monokaliumphosphat KH_2PO_4, 0,2 Proz. Magnesiumsulfat $MgSO_4$, $1^1/_2$ Proz. Agaragar; 3 Teile destilliertes Wasser und 1 Teil konzentrierter Pferdemistdekokt, der aus ganz frischem Mist tunlichst desselben Pferdes durch 3—4stündiges Auskochen mit destilliertem Wasser bereitet wurde.

Malzextraktagar bot gegenüber diesem Pferdemistdekoktagar keine Vorteile. Gelatinenährböden wurden wegen der verdauenden (verflüssigenden) Fermente, die das *Coprinus*-Myzel ausscheidet, nicht verwendet, auch nicht zur Sporenkeimung.

Als gelegentlich benützter flüssiger Nährboden wurde die oben angegebene Lösung unter Fortlassung der $1^1/_2$ Proz. Agaragar hergestellt. Sie wurde dann entweder als solche geboten oder Filtrierpapierschnitzel, sterile Baumwolle usw. mit ihr reichlich getränkt.

Trotzdem eine Anzahl von Arten (z. B. *C. narcoticus*, *C. ephemeroides*, *C. fimetarius*, *C. ephemerus* u. a.) auf dem Pferdemistdekoktagar zwar kleine, aber normal sporende Fruchtkörper bildeten, wurden doch grundsätzlich zur Erzielung von normalen Fruchtkörpern die (Paarkern-)Myzelien auf ein den natürlichen Standortsverhältnissen möglichst ähnliches, steriles Substrat überimpft. Den mistbewohnenden Formen wurde 4—6 Stunden lang sterilisierter, frischer Pferdemist geboten, in Erlenmeyerkolben gefüllt. Manche Formen schritten auf zuvor ausgekochtem, also nährstoffärmerem, dafür aber feuchterem, sterilisiertem Pferdemist schneller zur Fruchtkörperbildung. Die erdbewohnenden Formen, wie *C. Friesii* wurden auf einer sterilen, ziemlich feuchten Mischung von fetter Gartenerde mit etwas Pferdemist, zu schöner Fruchtkörperbildung gebracht. Die Holz bewohnenden Arten wurden auf sterilen Säge-

spänen, mit verdünntem Mistdekokt durchfeuchtet, kultiviert. Eine von ihnen, *Coprinus radians*, bildete zuerst sein wergbraunes Ozonium und, nach 6—20 Wochen, auch Fruchtkörper von normaler Ausbildung und Größe, die teilweise reichlich Sporen streuten.

Nur für wenige Formen, wie z. B. *C. comatus*, *C. deliquescens* und *C. picaceus* konnten trotz üppigen Gedeihens des Paarkern-(Schnallen-)myzels bis zum heutigen Tage die zusagenden Bedingungen für die Fruchtkörperentwicklung nicht ermittelt werden.

In Berücksichtigung der Erfahrungen Brefeld's u. a. und um die Vergeilung der Fruchtkörper zu verhindern, wurden alle diese „Fruchtkörperkulturen" an starkem Tageslicht beim Fenster gehalten. Die Temperatur der jeweiligen Versuchsräume betrug 15—24° C. Der austrocknende Einfluß der Heizung in den Wintermonaten wurde durch Aufstellung großer Wasserschalen in den betreffenden Räumen abzuschwächen gesucht. — Die so in Reinkulturen erzielten Fruchtkörper der nachstehend behandelten Arten waren eher üppiger, größer und kräftiger als die im Freien aufgefundenen Ausgangsformen.

b) Das Auffangen der Sporen und die Isolierung von Einspormyzelien.

Bekanntlich werden die Sporen bei *Coprinus*, wie überhaupt bei den Agaricaceen, in steriler Weise abgeworfen. Sie lassen sich in zuvor sterilisierten, kleinen Glas-Deckeldosen in der Weise auffangen, daß der eben reifende Hut ohne Stiel in passender Weise mit Vaselin oder Knetwachs am Deckel der Dose befestigt wird. Sobald der Hauptteil der Sporen abgeworfen ist (innerhalb weniger Stunden) und am Boden der Glasdose infolge der spezifischen Beschaffenheit der Sporenaußenwand (vgl. Anm. S. 11) festhaftet, muß der schon zerfließende Hut vom Deckel zeitgerecht entfernt werden. Ein Herunterrinnen oder Herabtropfen des wasserklaren Selbstverdauungssaftes des Hutes auf die abgeworfene Sporenmasse ist unbedingt zu vermeiden, da das Liegen und das langsame Eintrocknen der Sporen in dieser Flüssigkeit den Keimprozentsatz unbedingt schädigt, andererseits die Sporenmasse dabei mit Bakterien infiziert wird und eine absolute Reinkultur des betreffenden Pilzes aus diesem Sporenmateriale dann nur mit größter Mühe zu erzielen ist. Aus demselben Grunde sind auf Papier aufgefangene Sporen oder getrocknete Exemplare aus Pilzherbarien usw. nur wenig für Keim- und Kulturzwecke geeignet.

Die auf die beschriebene Weise aufgefangenen Sporen, in den Glasdosen lufttrocken aufbewahrt, zeigen nach Verlauf eines

Jahres keine wesentliche Verschlechterung ihrer Keimfähigkeit. Dieser Umstand erweist sich als sehr wertvoll. Sämtliche Versuchsergebnisse können nämlich bei Anlage einer genau geführten „Sporensammlung“ stets wiederholt bzw. rekonstruiert werden, selbst dann, wenn die Reinkulturen der einzelnen „Stämme“ und Rassen durch ein Versehen zu spät überimpft oder zufälligerweise verunreinigt wurden. Auch für die Prüfung der Frage, ob Mutationen oder durch die Kultur induzierte „Dauermodifikationen“ eingetreten sind, ist damit ein eindeutiger Ausgangspunkt gegeben.

Zur Einleitung der Keimung wird eine sehr kleine Menge der so aufbewahrten Sporen in einigen Kubikzentimetern sterilen destillierten Wasser aufgeschwemmt und über eine sterile Pferdemistagarplatte (Petrischale) ausgegossen, durch Umschwenken hierauf derart verteilt, daß die gesamte Agaroberfläche benetzt wird, und sodann der Überschuß des Wassers vorsichtig abgegossen — ohne die Petrischale nennenswert zu öffnen. An der Agaroberfläche bleibt der Großteil der Sporen bei diesem Schwemmverfahren haften [1]). Das restliche Schwemmwasser wird im Verlauf eines Tages vom Agar gänzlich aufgenommen. — Für Mischkulturen ist die gewählte Sporenmenge ziemlich gleichgültig; will man jedoch nach erfolgter Keimung (bei *Coprinus* in 6—48 Stunden) sogenannte „Einsporm yzelien“ isolieren, so gelingt dies um so leichter, je verdünnter die Sporenaufschwemmung ist, d. h. je verstreuter und einzelner die Sporen auf der Agarplatte zu liegen kommen.

Die Isolierung von Einspormyzelien wird in einfacher und sicherer Weise vom Verf. derart durchgeführt, daß unter Kontrolle einer schwachen Vergrößerung (ca. 100fach) genügend isoliert und einzeln liegende, bereits gekeimte Sporen mit einer scharfen Nickellanzette in Form eines Quadrates von höchstens 4 mm Seitenlänge im Agar umstochen werden. Je eines dieser kleinen, eine keimende Spore tragenden Agarplättchen wird in eine kleine (6—8 cm) Petrischale übertragen. Da Pferdemistdekoktagar für andere Organismen nicht besonders günstig ist, konnten diese Einspormyzelplatten ohne zu großer Infektionsgefahr einer (auch mehrfachen) mikroskopischen Nachkontrolle mit den stärksten Trockensystemen unterzogen werden.

[1]) Abgesehen von Adhäsionskräften erscheint dieses leichte Haften der *Coprinus*-Sporen in der Beschaffenheit der Sporenwand bedingt zu sein. Schon Hansen (I) bildet für *C. stercorarius* ein weißes, wahrscheinlich verschleimtes Epispor ab; dasselbe erwähnt Lange (I) bei *C. narcoticus*. Eine sorgfältige Prüfung der Sporen sämtlicher untersuchter *Coprinus*-Arten bei entsprechender Vergrößerung (1000fach), starker Beleuchtung, eventuell unter Zuhilfenahme von Bakterientusche, zeigte, daß überall ein starkes hyalines Epispor vorhanden ist.

Ein mittels geeigneter Kondensorstellung entworfener Lichtkreis auf der Agaroberfläche erleichtert die sichere Orientierung beim Ausstechen mit freier Hand. Nach kurzer Übung lassen sich auf diese Weise innerhalb von 3 Stunden 40—60 Einspormyzelien ausstechen; Vorbedingung ist nur eine richtig getroffene dünne Sporenschwemmung. Der Fehlerprozentsatz, der sich ja bei heterothallischen Formen längstens bei der wechselseitigen Kombination der Einspormyzelien verraten muß, war minimal (ca. 1 Proz.). Verunreinigungen der so gewonnenen Einspormyzelien durch Bakterien oder Schimmelpilze infolge des offenen Manipulierens beim Ausstechen und bei der wichtigen Nachkontrolle blieben immer unter 10 Proz., wobei durch rechtzeitiges einmaliges Überimpfen die meisten dieser verunreinigten Kulturen doch noch als verwendungsfähige Einspor-Reinkulturen erhalten werden konnten.

Es stellt dieses Verfahren gegenüber den mühevollen Methoden, z. B. von Vandendries (II), Lendner (I) und Mounce (I), die Voraussetzuug dar, die mendelistischen Versuche in den wünschenswert großen Zahlen durchführen zu können, ohne dabei an Sicherheit etwas einzubüßen. Andererseits wird hierdurch die von Edgerton (II) vorgeschlagene Apparatur bzw. der von Kniep (VIII) angegebene Platinstecher erspart.

c) Cytologische Methoden.

Die ausgedehnten Erfahrungen Maire's (I) und Kniep's (II—V) benützend, wurde das Material stets in schwacher Flemming'scher Mischung fixiert und mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain gefärbt. Für Myzelien gelangten besonders in den Keimungsstadien Objektträgerkulturen zur Verwendung [vgl. Kniep (II)], häufiger aber kleine, dünnste Agarplättchen, die an der gewünschten Stelle aus einer normalen Kulturagarplatte herausgeschnitten wurden. Mit diesen Agarplättchen konnten dann leicht die ganzen Fixier- und Färbemanipulationen vorgenommen werden. Dadurch vermeidet man die Fixierung von „Hungerformen", die infolge Nährstoffmangel in dem feinen Agarhäutchen bei älteren Objektträgerkulturen häufig beobachtet werden konnten. Das störende Luftmyzel wurde, wo es sich bildete, vor der Fixierung abgetragen und nur das an oder in der Agaroberfläche herangewachsene Myzel zur Fixierung gebracht. — Fruchtkörper, in hartes Paraffin (Schmelzpunkt 60—62°) eingebettet, ließen sich mit dem Mikrotom in erwünschter Weise dünn schneiden (2—5 μ).

d) Bestimmung der kultivierten *Coprinus*-Arten. Nomenklatur.

In systematischer Hinsicht ist die Gattung *Coprinus* keineswegs leicht zu überblicken. Die Diagnosen einzelner Arten sind, worauf schon Massee (I) und Lange (I) hinwies, oft derart lakonisch gehalten, daß zweifelsfreie Entscheidungen schwer fallen. Wiederholt ergeben sich in den verschiedenen Werken für dieselbe Art einander direkt widersprechende Angaben. In anderen Fällen wieder hat man den Eindruck, daß als verschieden geführte Arten in Wahrheit nur habituelle Modifikationen einer einzigen Art sind, besonders wenn man der großen Plastizität im äußeren Habitus gedenkt, wie sie sich bei monatelangem Experimentieren mit der reinen Linie einer Art unter verschiedenen Kulturbedingungen beobachten läßt.

Es ist hier nicht beabsichtigt, auf diese Tatsachen näher einzugehen; sie sollen nur angedeutet sein, um das eigene Vorgehen zu begründen. Um die Arten, mit denen experimentiert wurde, unabhängig von der getroffenen Bestimmung [1]), festzulegen, wurde ein nach Ansicht des Verf. sehr gutes und charakteristisches Merkmal, die Form der Sporen durchgehends verfolgt, wie dies schon Lange für die *Coprinus*-Arten Dänemarks getan hat. Die jeder Art beigegebene Sporenzeichnung zeigt, wiewohl auf Wiedergabe der differenten Farbtöne verzichtet wurde, daß nahezu jede der behandelten Arten ihre eigentümliche Sporengestaltung hat, die auch bei starken Habitusänderungen konstant bleibt.

Hinsichtlich der Nomenklatur wurde Massee's (I) Revision der Gattung *Coprinus* zugrunde gelegt, überdies noch, da es sich durchwegs um heimische *Coprini* handelt, auf Ricken (Die Blätterpilze I.) verwiesen und Lange's (I) Bearbeitung mit Vorteil berücksichtigt.

* * *

Wie bereits erwähnt, sind in der Gattung *Coprinus* homothallische und heterothallische, in einem gewissen Stadium schnallenbildende und völlig schnallenlose Arten vertreten. Nach diesen zwei Merkmalen soll bei der Behandlung der Versuchs- und Untersuchungsergebnisse (II.—V. Abschn.) die vorläufige Anordnung erfolgen. Erst im VI. Abschnitte soll abschließend eine tunlichst alle Umstände berücksichtigende Reihung der bei *Coprinus* gefundenen

[1]) Eine Reihe von Bestimmungen bzw. Überprüfungen verdanke ich der Liebenswürdigkeit der Herrn Prof. Dr. Schiffner und Dr. Lohwag, denen hierfür bestens gedankt sein möge.

Typen für die Gattung selbst und im Zusammenhalt mit den bei den Hymenomyzeten überhaupt bekannt gewordenen Verhältnissen angestrebt werden.

* * *

Die Untersuchung wurde im Herbst 1922 im K. W. Inst. für Biologie begonnen und ab Herbst 1923 im botan. Institut der Universität Wien fortgesetzt. Herrn Geh.-Rat C. CORRENS sei für die Überlassung eines Arbeitsplatzes in den damals ungünstigen Zeiten bestens gedankt, ganz besonders aber Doz. Dr. F. v. WETTSTEIN, der mich zu dem Thema ermunterte und den Untersuchungsverlauf mit so viel Interesse verfolgte.

Den Herren Prof. SCHIFFNER, LOHWAG und Frl. THUME bin ich für die Überlassung von keimfähigem, bestimmtem Sporenmaterial ebenfalls sehr zu Dank verpflichtet.

II. Abschnitt.

Homothallische Arten mit Schnallenbildung.

1. *Coprinus sterquilinus* Fries.

Massee (I), l. c. Nr. 1, S. 139. Lange, l. c. Nr. 2, S. 39. Ricken, l. c. Nr. 182, S. 57 (Taf. 20, Fig. 2).

Diese Art wurde in den letzten Jahren bereits zweimal untersucht, von Lendner (I) und von Mounce (I, II). Lendner bezeichnet die Art als homothallisch, da aus Einspormyzelien normale Fruchtkörper entstehen. Die Schnallenverhältnisse werden von ihm nicht untersucht. Aus diesem Grunde betont Kniep (VIII), daß *C. sterquilinus* nach Lendner's Angaben nicht homothallisch sein muß. Mounce (I, II) konnte dann ganz eindeutig unter Beobachtung des Schnallenmerkmales, die Homothallie von *C. sterquilinus* nachweisen. In sieben aufeinanderfolgenden Generationen wurden stets aus einer einzigen Spore ein Schnallenmyzel und normal sporende Fruchtkörper erzielt.

Die eigenen Versuche mit *C. sterquilinus* bilden daher nur eine — bestätigende — Nachuntersuchung der Ergebnisse von Lendner und Mounce; darüber hinaus sollten jedoch die Kernverhältnisse festgestellt werden, um sie mit den ganz anders gearteten von *C. narcoticus* vergleichen zu können.

Versuchsmaterial. *C. sterquilinus* stand in drei Rassen zur Verfügung. Im Dezember 1922 kam die Art in einem Frucht-

Fig. 1. Sporen mit Epispor von *Coprinus*-Arten. Vergr. 1500.

1 *Coprinus sterquilinus*, Spore. 2 *Coprinus stercorarius*, Spore. 3 *Coprinus narcoticus*, Spore. 4 *Coprinus narcoticus*, keimende Spore, Porusklappen. 5 *Coprinus Friesii*, Spore, Vorder- und Seitenansicht. 6 *Coprinus Friesii*, keimende Spore, Porusklappe. 7 *Coprinus comatus*, Spore.

körperexemplar auf ausgelegtem, sechs Wochen altem Pferdemiste in Berlin-Dahlem zur Entwicklung; bezeichet als R_{-B}. Die zweite Rasse (im Mai 1923 im Hamburger Bot. Inst. gezüchtet) verdankt Verf. der Freundlichkeit von Frl. THUME (Hamburg), R_{-HA}. Beide Rassen stimmten in allem miteinander überein, und waren schon durch Habitus, Ring, Ausscheidung des rosa-rötlichen Saftes beim Aufschirmen, durch den bei der Streckung grau-schwarz werdenden Stiel [1]) und die auffallende Sporengröße (Fig. 1, 1) eindeutig als *C. sterquilinus* gekennzeichnet. Die dritte Rasse, R_{-M}, stammt von einem Fruchtkörper aus den Macchien bei Medolino (Istrien — Italien).

Durchgeführte Versuche.

a) Analyse von R_{-B}. Die Sporen keimen auf dem üblichen Pferdemistagar etwas langsam und in geringem Prozentsatz (ca. 5 Proz.). Zahlreiche „taube" oder beim Absporen zertrümmerte Sporen sind feststellbar. Am 10. 1. 1923 werden 11 Einspormyzelien, $R_{-B/1-11}$ isoliert, die auf Pferdemistagar trefflich gedeihen und reiches Luftmyzel bilden. Oidien werden keine gebildet [vgl. FALCK (I)]. Am 16. 1. wird ein jedes der Einspormyzelien in gleich große, mit sterilisiertem, frischem Pferdemist gleichmäßig gefüllte Erlenmeyerkolben (250 ccm) geimpft. Das keiner weiteren Erläuterung bedürftige Ergebnis zeigt Tabelle Nr. 1.

Tabelle Nr. 1.

Geimpft: 16. 1. 1923. — Kontrolle: 8. 2.—11. 2. 1923.

R-B	R-B(M)	R-B/1	R-B/2	R-B/3	R-B/4	R-B/5	R-B/6	R-B/7	R-B/8	R-B/9	R-B/10	R-B/11
Schnallen im Luftmyzel	+	?	?	+	+	?	+	+	+	+	+	+
Fruchtkörper reif am:	8. 2. 3 große mittlere Fr.-Körp.	10. 2. 2 Fr.-Körp.	10. 2. 2 Fr.-Körp.	11. 2. 1 Fr.-Körp.	8. 2. 1 sehr großer Fr.-Körp.	10. 2. 3 Fr.-Körp.	8. 2. 1 großer Fr.-Körp.	11. 2. 2 große Fr.-Körp.	9. 2. 1 mittlerer Fr.-Körp.	8. 2. 1 großer Fr.-Körp.	8. 2. 1 großer Fr.-Körp.	8. 2. 1 mittlerer Fr.-Körp.

Auch in den Einsporkulturen auf Pferdemistagar treten nach einiger Zeit im Luftmyzel stets Schnallen auf.

b) Analyse von R_{-HA}. Sporen von Mai 1923 werden am

[1]) Beides ein Anzeichen für einen hohen Tyrosinasegehalt.

3. 7. 1923 auf Pferdemistagar angebaut. Der Keimprozentsatz ist gering. Am 5. 7. Isolierung von 10 Einspormyzelien $R_{-HA/_{1-10}}$. Diese am 9. 7. in je einen Erlenmeyerkolben mit sterilisiertem Pferdemist geimpft.

Ergebnis:

Am 17. 7. in sämtlichen 10 Einspormyzelien — Kulturen sehr große deutliche Schnallen, besonders in dem an der Gefäßwand hinaufkriechenden Luftmyzel.

Ab 23. 7. in allen Kulturen nahezu völlig gleichzeitig Fruchtkörperbildung.

Am 26. 7. in $R_{-HA/_5}$, $R_{-HA/_7}$, $R_{-HA/_{10}}$;
Am 27. 7. in $R_{-HA/_1}$, $R_{-HA/_2}$, $R_{-HA/_4}$, $R_{-HA/_6}$, $R_{-HA/_9}$;
Am 28. 7. in $R_{-HA/_3}$, $R_{-HA/_8}$;
} reif sporende Fruchtkörper.

Der Vegetationszyklus dieses Pilzes — von Spore zu Spore — mit seinen 20—28 cm hohen Fruchtkörpern, deren Hutdurchmesser 8—10 cm beträgt, spielt sich in Reinkultur innerhalb von 3 Wochen (Juli) — 4 Wochen (Januar) ab. Die Wachstumsenergie ist demnach hier besonders bemerkenswert.

c) Ganz analog verhielten sich Haplonten von R_{-M}.

Die Analyse von R_{-B}, R_{-HA} und R_{-M} bestätigt somit die schon von Lendner und Mounce erkannte Homothallie von *Coprinus sterquilinus* [1]).

Untersuchung der Kernverhältnisse.

a) Die Sporen. Die reifen schwarzen Sporen werden auf dem Objektträger mit einem Tropfen Hühnereiweiß verrieben, dann mit Flemming'schem Gemisch fixiert, nach Heidenhain mit Eisenhämatoxylin gefärbt und mit Eau de Javelle differenziert, wodurch gleichzeitig eine völlige Bleichung der undurchsichtigen Sporenwand unter Verquellung erzielt wird.

An Sporen, bei denen diese eigenartige Differenzierung so unterbrochen worden ist, daß Kerne überhaupt festzustellen sind, lassen sich zumindest zwei Kerne (14 Fälle) deutlich wahrnehmen. Sie sind meist nebeneinander an dem vom Keimporus abgewendeten Sporenteile gelagert. In der Hälfte der beobachteten 14 Fälle war die Zweikernigkeit der Spore völlig eindeutig,

[1]) Die Sporen, in der angegebenen Weise aufgefangen, sind nach 14 Monaten unverändert keimfähig. Trotzdem wurde der Pilz von Zeit zu Zeit kultiviert (bereits 5 Generationen) — in den durch Heizung (Austrocknung der Kolben vor Fruchtkörperbildung!) ungünstigen Wintermonaten auch in „halbsterilen Kulturen" indem der vom Myzel durchwucherte Pferdemist auf einen zu $^2/_3$ mit feuchtem Sand gefüllten Blumentopf (vorher sterilisiert) gebreitet wurde. Der Blumentopf in eine Schale mit Wasser gestellt, hatte das für Fruchtkörperbildung richtige Feuchtigkeitsgefälle. (Dieselbe Methode vgl. Falck II.)

in einigen blieb es zweifelhaft, ob nicht noch weitere Kerne vorhanden waren. Es ergibt sich demnach für die Sporen von *C. sterquilinus* folgender Befund: Sporen niemals einkernig, zumeist deutlich zweikernig[1]), vielleicht vereinzelt mehrkernig.

b) Das Keimmyzel. Der bei der Keimung gebildete Keimschlauch ist vielkernig. Relativ spät tritt nachträglich Wandbildung auf. Ein junges Keimmyzel mit 15 Zellen weist, wie Schema Nr. 1 zeigt, Kernzahlen von 6 bis gegen 40 pro Zelle auf. Irgendeine gesetzmäßige „Verdünnung" der Kerne ist auf diesem Stadium nicht zu erkennen. Auch bei älteren, aber noch schnallenlosen Einspor-Keimmyzelien besitzen die Endzellen der Haupthyphen noch 10—15 Kerne.

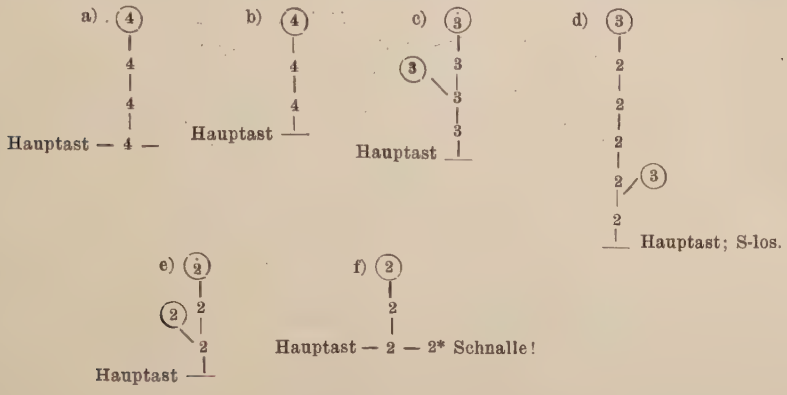
Schema Nr. 1. *Spore. ○ Endzelle.

In der äußersten Spitze der Haupthyphen befindet sich ein mit Eisenhämatoxylin stark färbbarer Körper, der auch bei der im folgenden behandelten Art, *C. narcoticus*, in noch schönerer Ausbildung festzustellen war. Er liegt (vgl. Fig. 2, S. 23) der Wand der Hyphenkappe eng an, ist je nach Kräftigkeit der Hyphe von wechselnder Größe, bei den sekundären Seitenhyphen entweder punktförmig oder überhaupt nicht nachweisbar. Diese wechselnde Größe, das Fehlen jedes teilungsähnlichen Vorganges, die homogene Struktur dieses Gebildes u. a. lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß es sich bei diesen „Spitzenkörpern" nicht um Kerne, sondern um Zellorganellen handelt, die in irgendeiner Weise mit dem apikalen Wachstum der Endhyphen in Zusammenhang stehen.

c) Das Schnallenmyzel. Wie bereits erwähnt, bilden Einspormyzelien von *C. sterquilinus* auf Pferdemistagar nach einer gewissen Zeit Schnallen aus, und zwar insbesondere in dem üppigen Luftmyzel stellenweise auch noch auf der Agaroberfläche. Der Übergang vom vielkernigen Haplomyzel zum Schnallenmyzel, also das Auftreten des ersten Paarkernes und der ersten Schnalle konnte wegen der Schwierigkeit, Luftmyzel für längere Strecken in ein verfolgbares Präparat zu bringen, nicht beobachtet werden. In einem Agarquadrat von 4 mm Seitenlänge, ausgestochen aus einer

[1]) Zweikernige, reife Sporen sind bereits von einer Reihe von Basidiomyzeten bekannt, z. B. bei *Hypholoma fasciculare*, *Schizophyllum commune* u. a. Die Zweikernigkeit scheint daher in keinerlei Zusammenhang mit Homothallie oder Heterothallie der betreffenden Art zu stehen.

Zone, in der die ersten Schnallen auftraten, fanden sich vielmehr nur folgende auszählbare Hyphenstücke dicht nebeneinander (Schema Nr. 2):



Schema Nr. 2. ○ = Endzelle.

Daraus läßt sich schließen: Bei *C. sterquilinus* werden die vielkernigen (10—25 Kerne) Zellen des Keimmyzels zuerst durch Verdünnung vier-, drei- und zweikernig, ehe es zur Ausbildung eines regelmäßigen Schnallenmyzels kommt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die größeren zweikernigen Zellstrecken, die noch völlig schnallenlos sind (Schema Nr. 2 d u. e) bereits einen wahren Paarkern enthalten. *C. sterquilinus* verhält sich in dieser Hinsicht grundlegend verschieden von dem ebenfalls homothallischen *C. narcoticus*.

Das einmal erreichte Schnallenmyzel (Schema Nr. 2 f) ist in der Regel paarkernig. Beobachtete Abweichungen dürften in ähnlicher Weise wie bei *C. nycthemerus* [Kniep (II, III)] zu deuten sein.

d) Der Fruchtkörper. Wie Regenerate von Fruchtkörperstückchen von den verschiedensten Orten [Methode Hirmer (I)] zeigen, ist der gesamte Fruchtkörper paarkernig oder sekundär paar-vielkernig. An den regenerierenden Enden der Haupthyphen befinden sich wie bei älteren Keimmyzelien die erwähnten „Spitzenkörper". Auch die jungen Hymenialelemente sind paarkernig. Dann aber erfolgt in den zukünftigen Basidien- und Paraphysenelementen Kernverschmelzung und es kommt zur Bildung eines relativ großen Fusionskernes. Dieser Befund über die Kernverschmelzung auch in den Paraphysen (= sterile Hymenialelemente bei den *Coprini*) wurde an einem zweiten *Coprinus*, *C. ephemerus* (vgl. V. Abschn. S. 123), in ebenso eindeutiger Weise bestätigt, widerspricht aber den ausdrücklichen Angaben Maire's (I) für *Coprinus* (= Psathyrella) *disseminatus* und einer Zeichnung

Ruhland's (I) für *Coprinus porcellanus* Fr. Jedenfalls bestärkt die bei gewissen *Coprinus*-Arten somit nachgewiesene Kernverschmelzung in den Paraphysen die Auffassung, daß die *Coprinus*-Paraphysen steril bleibende Basidien sind. Bei gewissen Arten (*C. sterquilinus*, *C. ephemerus*) unterbleibt bloß Reduktionsteilung und Sporenbildung, bei anderen (*C. disseminatus*) scheinen bereits früher Korrelationsstörungen aufzutreten, so daß auch die Kernverschmelzung unterbleibt und die Paraphysen im Paarkernstadium langsam zugrunde gehen.

2. *Coprinus narcoticus* Fr.

Massee (I), l. c. Nr. 79, S. 160. Ricken, l. c. Nr. 192, S. 59. Lange, l. c. Nr. 18, S. 44.

Versuchsmaterial. — Kulturbedingungen. Im Juli 1923 kamen auf einer misthältigen, stark feucht gehaltenen Walderde aus Lappland, die mit lebenden Splachnumpflanzen kurz vorher nach Berlin gelangt war, eine Reihe kleiner, dicht weiß bekleiter *Coprinus*-Fruchtkörper auf, die als LA 1, LA 2, LA 3, LA 4 zum Absporen gebracht wurden.

LA 1—LA 4 wurden als *C. narcoticus* bestimmt, wofür besonders sprachen: die Größe und Gestalt der Sporen (Fig. 1, 3, S. 15), der Gesamthabitus des Fruchtkörpers (Sect. „Farinosi" nach Lange), die warzige Beschaffenheit der kugeligen Volvazellen (vgl. Abb. bei Lange, l. c.) und insbesondere der charakteristische, stark alkalisch-narkotische Geruch schon junger Fruchtkörper (vor dem Aufspannen und Zerfließen), wie er bei keiner anderen *Coprinus*-Art angetroffen wurde.

Für die Kultur von *C. narcoticus* erwies sich der übliche Pferdemistagar als besonders geeignet, indem auf ihm nicht nur Keimung und Myzelwachstum gut und rasch erfolgte, sondern innerhalb von 20 Tagen auch völlig normale, reich sporende, bis $1^1/_2$ cm große Fruchtkörper entstanden. Auf sterilisiertem Pferdemist hingegen und auf feuchter Gartenerde-Mistmischung war das Myzel von LA 1—LA 4 nicht zur Fruchtkörperbildung zu bringen. *C. narcoticus* verhält sich in dieser Hinsicht genau so wie der von Kniep (II) seinerzeit kultivierte *C. nycthemerus*.

Analyse von LA 1 und LA 2. Am 26. 7. werden in üblicher Weise 17 Einspormyzelien von LA 1 und 13 Einspormyzelien von LA 2 isoliert. Ihr Wachstum auf Pferdemistagar ist gut und gleichmäßig, das Myzel erscheint besonders breithyphig, schon makroskopisch von anderem Charakter als alle übrigen vom Verf. kultivierten *Coprinus*-Myzelien. Das Wachstum erfolgt nur auf und teilweise unter der Agaroberfläche. Luftmyzel fehlt gänzlich.

Bereits am 1.—7. 8. können an allen 17 Einspormyzelien von LA 1 und an 11 Einspormyzelien von LA 2 (zwei Einspormyzelien waren durch Bakterien stark verunreinigt) üppig-große Schnallen festgestellt werden, und zwar bereits in einem Abstande von 8 mm von der gekeimten Spore. Aus den Schnallenbögen kommen häufig Hyphenauszweigungen hervor, wie dies von früheren Autoren (Brefeld u. a.) bereits bei Basidiomyzeten beobachtet wurde.

Bis zum 16. 8. waren etwa auf der Hälfte der Einspormyzelkulturen in der Mitte der Petrischalen oder über die Fläche zerstreut (nicht am Rande!) weiße Fruchtkörperanlagen verschiedener Größe und völlig ausgebildete, reichlich sporende Fruchtkörper entstanden.

C. narcoticus ist daher — wie *C. sterquilinus* — eine schnallenbildende homothallische Art, nur setzt die Schnallenbildung unter den Kulturbedingungen schon 6—8 mm von der gekeimten Spore entfernt ein. Die Art eignet sich daher besonders für die Demonstration dieses Typus in Laboratorien u. ä.

Schnallenmyzel von *C. narcoticus*, submers in ein flüssiges Kulturmedium (Pferdemistdekokt + Nährlösung) geimpft, wächst zu einem üppigen Rasen von schnallenführendem Myzel aus. Die Fähigkeit, Schnallen zu bilden, ist also nicht wie z. B. bei *C. comatus* (vgl. S. 53) eine fakultative, sondern wird stets zähe festgehalten, wenn auch niemals an allen Zellwänden Schnallen anzutreffen sind.

Die Analyse von LA 3 und LA 4 im Herbste 1923 ergibt genau dieselben Verhältnisse wie bei LA 1 und LA 2.

Die Kernverhältnisse von *C. narcoticus.* Das gute Wachstum des Keimmyzels streng an der Agaroberfläche, das Fehlen des störenden Luftmyzels und das so rasche Erscheinen der ersten Schnallen nach der Keimung ließen *C. narcoticus* als besonders günstiges Objekt für die cytologische Untersuchung erscheinen.

Die Sporen (Methode vgl. S. 17) sind 2kernig. Das bläschenförmig aus dem Keimporus[1]) hervortretende Keimmyzel zeigt zuerst 2 Kerne; sehr rasch aber beginnt eine mit dem Wachstum des Keimschlauches Schritt haltende, verhältnismäßig starke Kernvermehrung, wie folgende Übersicht zeigt:

[1]) Hierbei wird die schwarzbraune Wandung des Keimporus nicht aufgelöst, sondern zentral durchbrochen und bis zum Rand des Porus allseitig nach außen geschlagen, so daß der Keimschlauch in einem kurzen Stück einer „Führung" verläuft, wie Fig. 1, 4, S. 15 zeigt. Bei *Coprinus Friesii* wurde schließlich eine dritte Öffnungsart des Keimporus gefunden (vgl. S. 27 und Fig. 1, 6, S. 15).

1. Keimschlauch	gerade	unverzweigt	8 μ lang	4 Kerne	I. Teilung erfolgt.
2. „	gebogen	„	8 μ „	4 Kerne	
3. „	gerade	„	12 μ „	4 Kerne	
4. „	gebogen	„	16 μ „	8 Kerne	II. Teilung erfolgt.
5. „	gerade	„	25 μ „	8 Kerne	
6. „	„	„	26 μ „	8 Kerne	
7. „	„	„	30 μ „	8 Kerne	
8. „	„	Beginn zur Verzweigung	41 μ „	12 Kerne	III. Teilung teilweise od. ganz erfolgt.
9. „	„	„	41 μ „	16 Kerne	
10. „	„	„	53 μ „	16 Kerne	
11. „	zweigabelig	„	75 μ „	16 Kerne	

Am interessantesten war Fall 4, wo in dem gebogenen Keimschlauch ganz deutlich zwei Vierergruppen von Kernen weit entfernt voneinander zu sehen waren, ganz offenbar durch zwei Teilungsschritte aus dem ursprünglich zweikernigen Keimschlauch entstanden. Fall 8 zeigt weiterhin, daß schon der dritte Teilungsschritt nicht ganz synchron erfolgt, indem die Abkömmlinge des einen Sporenkernes sich bereits dreimal teilten, die des anderen noch eine Vierergruppe bilden; $8 + 4 = 12$ Kerne. Fall 9, ein gleich langer Keimschlauch, weist bereits 16 Kerne (voller dritter Teilungsschritt) auf. — Es erfolgt noch ein vierter Teilungsschritt, ehe die erste Zellwand gebildet wird, so daß wiederholt gerade, unverzweigte, 60–80 μ lange Keimschläuche mit 28—32 Kernen gesehen wurden.

Diese ersten Stadien zeigen ganz deutlich, daß das erste Kernpaar der Spore und des Keimschlauches hier nicht der erste Paarkern ist, wie dies KNIEP (II) bei der homothallischen Corticee *Hypochnus terrestris* nachgewiesen hat, sondern zwei völlig gleichwertige Kerne, wie bei *C. sterquilinus*, darstellt.

Das nun weiterhin entstehende Keimmyzel verhält sich ähnlich wie bei *C. sterquilinus* (vgl. Schema 1, S. 18); es besitzt 11- bis über 32kernige Zellen. In kurzer Zeit, 6 bis 8 mm von der gekeimten Spore geht das Myzelium zur Schnallenbildung über, ohne daß sich, und darin liegt das ganz neuartige dieses Typus, die Vielkernigkeit des Myzels (12—54 Kerne pro Zelle) geändert hätte, ohne daß irgendwelche deutliche Zuordnung zu Paarkernen zu erkennen wäre. In vielen Dutzenden von Fällen wurde in den Präparaten an kräftigen, terminalen Haupthyphenzellen der Vorgang der Schnallenbildung verfolgt. Die 30—50kernige Endzelle treibt wie im Normalfalle eine Hyphenausstülpung, in die 1—3 Kerne eintreten und die sich zu der mittlerweile abgetrennten, basalen Hyphenzelle, ganz wie eine typische Schnalle zurückkrümmt, um

mit ihr zu anastomosieren. Die in die Schnallenzelle eingetretenen 1—3 Kerne können, wie mehrfach beobachtet wurde, in der Schnalle liegen bleiben. — Diese starke Vielkernigkeit bei konstanter Schnallenbildung wird, wie durch die Regenerationsmethode [vgl. Hirmer (I)] festgestellt wurde, im gesamten Fruchtkörper bis in die Trama der Lamellen festgehalten. Es konnte — ähnlich wie bei Hirmer's schnallenlosen *Psalliota*-Arten — überhaupt kein rein paarkerniges Myzel regeneriert werden. Wirklich paarkernig scheinen bei *C. narcoticus* nur die Hymenialelemente zu sein.

C. narcoticus, sonst im Typus mit *C. sterquilinus* weitgehend identisch, verhält sich also in dieser Hinsicht völlig abweichend und entgegengesetzt. Während bei *C. sterquilinus* das vielkernige Keimmyzel sich allmählich in seiner Kernzahl „verdünnt", bis es zur — autogamen — Zuordnung eines Paarkernes und zur Bildung eines typischen Schnallenmyzels kommt, bleibt *C. narcoticus* stark vielkernig bis zum Hymenium, bildet aber trotzdem alsbald typische Schnallen. Es ist dies ein innerhalb der Basidiomyzeten ganz neuer Entwicklungstypus[1]).

Jedenfalls erhebt sich die Frage: Was bedeuten bei *C. narcoticus* die Schnallen? Sind sie ein sinnlos gewordenes Erbstück oder deuten sie doch auf eine schon sehr frühe eintretende, verdeckte Paarkernigkeit des Pilzes hin? Eine Antwort auf diese Frage zu geben, soll erst im VI. Abschnitte, bei der einheitlichen Betrachtung aller bei den Hymenomyzeten gefundenen Entwicklungstypen, versucht werden (vgl. VI. Abschn., S. 132).

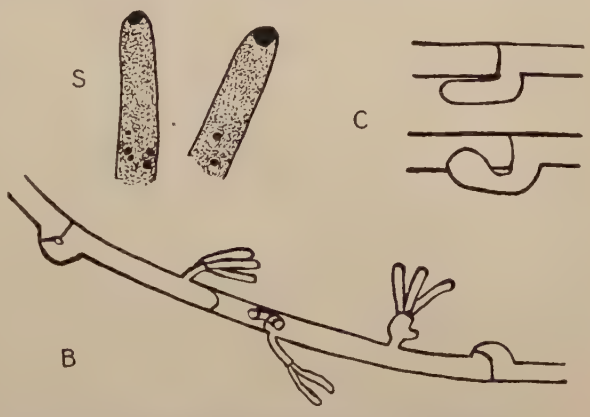


Fig 2. S „Spitzenkörper" in den Haupthyphen von *C. narcoticus*. Vergr. 900. — B Schnallenmyzel mit Oidien bei *C. fimetarius* (Rasse Ha). Vergr. 600. — C „Pseudoschnallen" bei *C. fimetarius* (Rasse W) bei einer Durchbrechungskombination. Vergr. 600.

Sowohl in älteren Keimmyzelien wie in Fruchtkörper-

[1]) Nur Kniep (VI) hat schon etwas Ähnliches bei *Coniophora cerebella* gesehen, die Schnallenwirtel besitzt, deren Zellen aber, wie er gelegentlich angibt, trotzdem vielkernig sein sollen.

regeneraten fanden sich in den Endkappen der Haupthyphen die schon bei *C. sterquilinus* beschriebenen, kernähnlichen „Spitzenkörper", welche jedoch bei *C. narcoticus* bedeutend mächtiger werden konnten (Fig. 2, S). Eine Teilung oder Substanzabschnürung dieser Körper ließ sich niemals klar beobachten.

3. *Coprinus stercorarius* (Bull.) Fr.

Massee, l. c. — (irrig). Ricken, l. c. Nr. 188, S. 58. Lange, l. c. Nr. 19, S. 44.

Wohl bei keiner Art der Gattung *Coprinus* sind die systematischen Verhältnisse so verworren, wie bei *C. stercorarius*. Vergebens hatte Hansen (I) mit Recht nachzuweisen versucht, daß sein und Brefeld's (I) *Coprinus stercorarius* als zwei verschiedene Arten, *C. stercorarius* und *C. noctiflorus* Brefeld auseinander zu halten seien. Massee's (I) *C. stercorarius* ist zweifellos ein *C. niveus*. Durch die eingehende Untersuchung Brefeld's (I) bekannt geworden, wurde und wird diese ziemlich seltene Art einmal mit dem massenhaft auf Mist vorkommenden *C. fimetarius* [1]), das andere Mal mit dem häufigen *C. lagopus* verwechselt.

Versuchsmaterial. — Unterschiede gegen *C. narcoticus*. Am 14. 8. 1923 treten in einem taghellen Kellerraum des K. W. Inst. f. Biologie in Berlin-Dahlem in einer Glaswanne, die Zweige und Erde, teilweise unter stagnierendem Wasser enthielt, eine Reihe ziemlich großer dicht weiß beflockter Fruchtkörper auf. Die Sporen (K) werden isoliert und in Mischkultur angebaut, K(M). Es zeigt sich, daß die Art dem *C. narcoticus* sehr nahe steht (vgl. auch Lange, l. c.), sich von ihr aber durch folgende Merkmale unterscheidet:

1. Die Sporen, ebenfalls $10\,\mu \times 5\,\mu$ groß, sind braun, durchscheinend, mit einem zentralen Fetttropfen (Fig. 1, 2, S. 15). 2. Die Volvazellen sind nicht kreisrund und deutlich warzig, sondern überwiegend oval, oft mit äußerst zarten, unscharf — verwaschenen Warzen überhaucht. 3. Während *C. narcoticus*, an vollem Tageslichte kultiviert, keine Tagesrhythmusringe im jungen Myzel erkennen läßt, entstehen solche bei *C. stercorarius* (K) unter den gleichen Bedingungen (vgl. S. 25). 4. Sind die Nährbodenansprüche ganz verschieden. K bildet wohl auch, wie *C. narcoticus*, Fruchtkörper auf dem üblichen Agar, viel größere mit bis 4 cm weiten Hüten jedoch auf sterilisiertem Pferdemist, der, wie erwähnt, *C. narcoticus* gar nicht zusagt. 5. Sind die jungen Fruchtkörper von K völlig geruchlos im Gegensatze zu denen von *C. narcoticus*. 6. Bildet K Ketten einkerniger Oidien knapp hinter der gekeimten Spore, während bei *C. narcoticus* Oidien nie beobachtet wurden.

Andererseits entspricht der Pilz in allem den Diagnosen von

[1]) Diesem Irrtume fiel auch der Verf. selbst zum Opfer, indem er auf der Tagung des Vererbungskongresses in München 1923 [vgl. Brunswik (III u. II)] den heterothallischen *C. fimetarius* L. als *C. stercorarius* bezeichnete. Ebenso dürfte die Bestimmung Vandendries' (III) bezüglich *C. stercorarius* eine irrige sein, wofür mehrere Anzeichen sprechen.

Lange (l. c.) und Ricken (l. c.) für *C. stercorarius* (Bull.) Fr. Nur Sklerotienbildung konnte an dieser Rasse (K) niemals beobachtet werden, ein Umstand, den Hansen (I) in seiner Linie experimentell hervorrufen kann und den Brefeld (II, S. 37) für seine späteren Rassen von *C. stercorarius* ebenfalls erwähnt.

Analyse von K. Am 5. 10. 1923 werden 14 Einspormyzelien K 1 bis K 14 isoliert. Der Versuch ergibt alsbald, daß in allen Einsporkulturen bereits 2—3 mm von der gekeimten Spore die ersten Schnallen zu beobachten sind. *C. stercorarius* (Rasse K) ist demnach eine homothallische, schnallenbildende Art. Dieser Befund bildet somit eine Bestätigung der Angaben Brefeld's (I) und des Ergebnisses zweier Untersuchungen von Mounce (I, II) an derselben Art, so daß man jetzt umgekehrt in der Homothallie ein neues, leicht faßbares Kennzeichen für *C. stercorarius* gewinnt.

Schon Brefeld (I, II; S. 37) hat auf das eigentümliche Verhalten dieser Art bei Verdunkelung (Vergeilung der Fruchtkörper) hingewiesen. Auch die vorliegende Rasse von *C. stercorarius* zeigte das gleiche Verhalten, ja der wachstumshemmende Einfluß des Lichtes machte sich auch auf die Einspormyzelien derart geltend, daß, wie bei Penicillium und anderen Schimmelpilzen, am vollen Tageslicht Rhythmusringe (je einer pro Tag) in den Kulturen entstanden, die unter sonst gleichen Bedingungen im selben Raume bei Verdunkelung oder starkem Halbdunkel (im Eck eines tiefen Stellbrettes) ausblieben. Auch traten im Lichte viel später Fruchtkörperanlagen auf, wie im Dunkeln, vergeilten dafür aber nicht.

Die Kernverhältnisse von *C. stercorarius*. Die schon von Lange (l. c. S. 44) betonte morphologische Ähnlichkeit von *C. stercorarius* und *C. narcoticus*, die, wie obenstehend ausgeführt, nur wenige scharf-charakteristische Unterschiede herausarbeiten läßt, besteht auch in den cytologischen Verhältnissen. *C. stercorarius* wurde fast ebenso eingehend wie *C. narcoticus* untersucht; es ergab sich eine völlige Übereinstimmung[1]: auch *C. stercorarius* ist ein trotz schnellstem Übergang zur Schnallenbildung bis in die Trama der Lamellen stets stark vielkerniger Pilz. Der in *C. narcoticus* für die Basidiomyzeten neue Typus findet in *C. stercorarius* somit seinen zweiten Vertreter.

[1]) Die Wiedergabe der Einzelbeobachtungen muß jedoch aus Raumrücksichten unterbleiben.

III. Abschnitt.

Schnallenbildende Arten mit einem Sterilitätsfaktor.

(Heterothallische Arten nach dem Zweierschema.)

1. *Coprinus Friesii* QUEL.

LANGE, l. c. Nr. 12 (B u. C!), S. 42.

Unter allen kultivierten *Coprini* war diese interessante Spezies am schwersten mit irgendeiner bekannten Art zu identifizieren. Auch die endgültig getroffene Bestimmung als *C. Friesii* QUEL.[1]) ist keineswegs befriedigend. Trotzdem konnte sich der Verf. nicht entschließen, den Pilz, der sicherlich dem Verwandtschaftskreis *C. Friesii* — *C. cupulatus* — *C. papillatus* angehört, neu zu benennen und so die Zahl der Arten in dieser systematisch ungeklärten Gruppe weiter zu vermehren. Beim Studium der diesbezüglichen Diagnosen zeigte sich nämlich, daß die Autoren schon unter *C. papillatus*, *C. Friesii* usw. ganz verschiedene Pilze in Händen gehabt haben müssen. Eine einheitliche systematische Bearbeitung dieses Verwandtschaftskreises an Hand von Reinkultur und unter Berücksichtigung physiologischer Merkmale, wofür E. CH. HANSEN (I) gerade bei *Coprinus* den Weg gewiesen hat, erscheint daher sehr erwünscht. Im Hinblicke darauf sei die Art, mit der Verf. zwei Jahre experimentierte, genau beschrieben.

Die Fruchtkörper entspringen aus weißen, rhizomorphenartigen Myzelsträngen; sie sind in der Jugend kugelig und reinweiß infolge des dichtfilzigen Velums, das aus verästelten schmalen Hyphen besteht (daher im Sinne LANGE's zu den Comati und nicht zu den Farinosi gehörend), später manchmal leicht gelbstichig. Bei Streckung des Stieles reißt das filzige Velum von der etwas knolligen Basis derart ab, daß ein flockig-filziger Kragen an ihm zurückbleibt. Der Hut ist glockig — eiförmig, am unteren Rande plissiert — zusammengefaßt und gerieft. Das Velum auf der Hutoberfläche zerreißt beim Heranwachsen und Aufspannen in filzig-spinnwebige Partien, die sich zur Zeit der Sporenreife leicht wegwischen lassen, so daß die glänzend-graue Hutoberfläche und der leicht gebliche Scheitel freigelegt

[1]) In der vorläufigen Mitteilung der Versuchsergebnisse beim Vererbungskongresse in München 1923 [BRUNSWIK (III, ebenso II)] wurde der Pilz als *C. papillatus* (BATSCH) FR. bezeichnet. Bei der endgültigen systematischen Revision der Bestimmungen zeigte sich die Unhaltbarkeit dieser Auffassung.

werden. Die Sporen (Fig. 1, 5, S. 15) sind charakteristisch dreieckig-rundlich, seitlich flachgedrückt, so daß die Sporenmaße je nach Lage 7,5 × 7,5 — 6 μ bzw. 7,5 × 5,5 μ betragen. Ein farbloses Epispor ist wie bei den meisten *Coprinus*-Sporen vorhanden. Sehr eigentümlich, bei keiner anderen Art beobachtet, ist das einseitige Aufklappen der Keimporuswandung beim Austreten des Keimschlauches, wie Fig. 1, 5, S. 15 zeigt. Die Größe des reifen, flach ausspannenden Fruchtkörpers ist sehr variabel; in der Reinkultur erzielt man Riesenexemplare von 4 cm Hutspannweite: die Hüte der auf natürlichem Standorte gefundenen Fruchtkörper waren nicht größer als 1,5 cm, die Stielhöhe 2—3 cm. Das Zerfließen der Hüte erfolgt in typischer Weise, wenn auch nicht allzu rasch.

Versuchsmaterial. Der beschriebene *Coprinus* trat im Jahre 1923 in den Gewächshäusern des K. W. Inst. f. Biologie in Berlin-Dahlem zweimal spontan in mit Gartenerde gefüllten Blumentöpfen auf. Das erste Exemplar, ein einziger reifer Hut, wurde zu Ostern 1923 von Doz. Dr. F. v. Wettstein gefunden und zum regelrechten Absporen (vgl. S. 10) gebracht. In den Versuchsprotokollen wird er als X^{I} geführt. Zum zweiten Male erschien die Art am 9. 7. 1923 auf einem sehr feucht gehaltenen Blumentopf im Moosgewächshause. Rhizomorphenartige weiße Myzelstränge zogen aus der Gartenerde auf die Außenseite des mit Schizophyceen reichlich besetzten Tongeschirres. Aus diesen Strängen entsprangen, nach aufwärts gekrümmt 3 Fruchtkörper (Hutdurchmesser ca. 12 mm). Zwei von ihnen wurden mit aller Vorsicht zum Absporen gebracht und als X^{II} resp. $X^{II'}$ bezeichnet.

Kulturbedingungen. Die Sporen von *Coprinus Friesii* keimen leicht innerhalb 24 Stunden auf dem üblichen Pferdemistagar; die Myzelien entwickeln sich rasch — über gewisse Anomalien vgl. die Versuche unter e) — und bilden reiches Luftmyzel.

Impft man Schnallenmyzel auf eine sehr feuchte Mischung von Gartenerde und Pferdemist, am besten im Verhältnis von 3:1, doch auch noch 1:1, sterilisiert in Erlenmeyerkolben, so treten nach allgemeiner Durchwucherung des Substrates zuerst rhizomorphenartige Myzelstränge und in Kürze (14 Tage) die anfänglich weiß-kugeligen Fruchtkörper auf. Bei reinem Pferdemist als Substrat kommt es, trotz Feuchthaltung nur zum Entstehen von Rhizomorphen an der Gefäßwand; Fruchtkörperbildung unterbleibt. — Bei Wiederholung gewisser Versuche in Wien ergaben selbst ein Jahr alte Sporen völlig normal und üppig fruchtende Erdkulturen (Fruchtkörperdurchmesser 2—3 cm).

Durchgeführte Versuche.

a) Analyse von X^{I}. Im Vorversuch ließ sich feststellen, daß Mischkulturen zur baldigen Ausbildung von Schnallenmyzel führten, während Einspormyzelien stets schnallenlos blieben und unter Umständen reichlich Oidien abschnürten. *Coprinus Friesii* ist demnach eine schnallenbildende, heterothallische Art. Zur näheren Untersuchung dieser Heterothallie wurden am 15. 5. elf Einspormyzelien, $X^{I}/1$—$X^{I}/11$, in sämtlichen Paarungsmöglichkeiten miteinander kombiniert. Das Ergebnis zeigt Tab. Nr. 2.

Mit aller Schärfe ordnen sich demnach diese elf Einspormyzelien in zwei Gruppen an. nämlich $X^{I}/1$, 2 3, 4, 7, 9, 10, 11 einer-

Tabelle Nr. 2.

Zeichenerklärung (für diese und alle folgenden Tabellen): + bedeutet allgemeine Schnallenbildung; — keine einzige Schnalle zu finden; ⌐ makroskopisch erkennbare Abstoßungsrille zwischen den beiden Kombinationspartnern; ø nicht durchgeführte Kombination.

X^1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	⌐	⌐	⌐	+	+	⌐	+	⌐	—	—
2	⌐	—	—	⌐	+	+	⌐	+	—	⌐	—
3	⌐	—	—	⌐	+	+	⌐	+	—	⌐	—
4	⌐	⌐	⌐	—	+	+	—	+	⌐	⌐	—
5	+	+	+	+	—	⌐	+	—	+	+	+
6	+	+	+	+	⌐	—	+	—	+	+	+
7	⌐	⌐	⌐	⌐	+	+	—	+	⌐	⌐	⌐
8	+	+	+	+	—	—	+	—	+	+	+
9	⌐	—	—	⌐	+	+	⌐	+	—	⌐	⌐
10	—	⌐	⌐	⌐	+	+	⌐	+	⌐	—	—
11	—	—	—	—	+	+	⌐	+	⌐	—	—

seits und X^1/5, 6, 8 andererseits. Vertreter derselben Gruppe miteinander kombiniert, verbleiben im Stadium des haploiden Primärmyzels, ja stoßen sich derart ab, daß zumeist, wenn auch nicht immer, eine deutlich sichtbare Rille zwischen den beiden Luftmyzelien auf den Agarplatten zu erkennen ist. Vertreter beider Gruppen, wechselseitig miteinander kombiniert, kopulieren und bilden reiches Schnallenmyzel.

Zur Bestätigung und um die Abhängigkeit der Fruchtkörperbildung von der Art der Kombination festzustellen, wurden am 10. 6. 1923 je drei Angehörige der beiden Gruppen in sterilen Erlenmeyerkolben auf Gartenerde-Mistmischung in allen möglichen Paarungen geimpft. Tabelle Nr. 3 stellt das Ergebnis des Versuches (abgebrochen am 27. 7.) zusammenfassend dar.

Der Entwicklungszyklus: Rhizomorphenbildung — Anlage von weißen, halbkugeligen Fruchtkörpern — Heranwachsen derselben zu sporenden Hüten erfolgt unter den eingehaltenen Kulturbedingungen nur dort, wo diploides Schnallenmyzel (+) entstanden ist. Haploide Fruchtkörper oder wenigstens Fruchtkörperanlagen werden in Einsporkulturen oder bei Kombination von Angehörigen derselben Gruppe niemals gebildet; auch innerhalb zweier Monate erscheinen nicht einmal rhizomorphenartige Myzelstränge.

Tabelle Nr. 3.

X^1/	1	2	5	6	8	9
1	—	—	27. 7. + Rhizomorphen, 2 sporenlose Fruchtkörper	27. 7. + Rhizomorphen, zahlreiche Fruchtkörp.-Anlagen	27. 7. + Rhizomorphen, Fruchtkörp.-Anlagen	—
2	—	—	28. 6. + 1 reifsporender Fruchtkörper	18. 6. + 3 reifsporende Fruchtkörp., später weitere	26. 6. + 1 reifsporender Fruchtkörper, später weitere.	—
5	27. 7. + Rhizomorphen, 2 sporenlose Fruchtkörper	28. 6. + 1 reifsporender Fruchtkörper	—	—	—	27. 7. + sonst ø
6	27. 7. + Rhizomorphen, zahlreiche Fruchtkörp.-Anlagen	18. 6. + 3 reifsporende Fruchtkörp., später weitere	—	—	—	27. 7. + sonst ø
8	27. 7. + Rhizomorphen, Fruchtkörp.-Anlagen	26. 6. + 1 reifsporender Fruchtkörper, später weitere	—	—	—	27. 7. + außerdem Rhizomorphen, einige Fruchtkörper-Anlagen
9	—	—	27. 7. + sonst ø	27. 7. + sonst ø	27. 7. + außerdem Rhizomorphen, einige Fruchtkörp.-Anlagen	—

Andererseits zeigt der Versuch, bei dem freilich das Substrat gemäß späteren Erfahrungen bei der Bereitung etwas zu trocken ausgefallen war, daß der eben gewonnene Satz nicht umkehrbar ist, etwa zu: Überall dort, wo Schnallenmyzel entsteht, müssen Fruchtkörper auftreten. Ganz deutlich ist aus Tabelle Nr. 3 zu entnehmen, daß die Kombinationen von $X^1/2$ mit den drei Vertretern der entgegengesetzten Gruppe in kurzer Zeit (8—14 Tage) zur Bildung reif-sporender Fruchtkörper führte, während $X^1/1$ in den gleichen Kombinationen nur Fruchtkörperanlagen oder sporenlose Frucht-

körper ausbildet, die sich in den folgenden vier Wochen nicht weiter entwickeln, und daß $X^1/9$ einzig mit $X^1/8$ Fruchtkörperanlagen bildet, mit $X^1/5$ und $X^1/6$ aber bloß reichliches Schnallenmyzel.

Bei *Coprinus Friesii* erscheint daher der Übergang in die Diplophase unter sonst günstigen Kulturverhältnissen keineswegs die einzige innere Bedingung zur Fruchtkörperbildung zu sein, es kommt vielmehr eine — individuelle (?) — Stimmung der einzelnen Einspormyzelien zur raschen und reichen Fruchtkörperbildung hinzu. Dieser innere Faktor, hier nicht weiter verfolgt, aber auch in späteren, nicht wiedergegebenen Versuchen bestätigt, wurde bei verschiedenen anderen *Coprinus*-Arten [*C. fimetarius, C. ephemerus*] ebenfalls angetroffen. In einem dieser Fälle, der besonders günstig lag (vgl. IV. Abs., S. 71—73), wurde dann der Versuch unternommen zu entscheiden, ob es sich hierbei um etwas Erbliches (Gene) oder um individuelle Modifikationen handelt.

Es erhebt sich nun die Frage: Sind bei *C. Friesii* überhaupt nur zwei Haplontengruppen vorhanden, oder existieren in Wahrheit doch vier Haplontenarten (zwei Paare), wie bei den zwei einzigen in dieser Hinsicht bisher genau und eingehend untersuchten Basidomyzetengattungen *Aleurodiscus* und *Schizophyllum* [KNIEP's (VII) „Viererschema"]? Hier konnte nur die Durchprüfung einer genügend großen Anzahl von Haplonten (über hundert), sowie die Ausschaltung einer gewissen — unbeabsichtigten „Selektion" bei der Aufzucht der zu kombinierenden Einspormyzelien zum Ziele führen. Die Rasse X^1 keimt zu fast 90 Proz., hat aber — worauf im Punkte e) noch näher eingegangen werden soll — die Eigentümlichkeit, auf dem verwendeten Nährboden nahezu gleicherweise raschwüchsige, normale Einspormyzelien und anfänglich äußerst langsam und gehemmt wachsende sog. „kleine" Einspormyzelien zu liefern. Die geprüften ersten elf Einspormyzelien waren natürlich lauter raschwüchsige. Es bestand daher die Möglichkeit, bei den „kleinen" Myzelien die zum Viererschema fehlenden beiden anderen Haplontentypen zu finden. — In Verfolgung dieser beiden bezeichneten Gedankengänge wurden daher in der Zeit vom 30. 5. bis 20. 6. weitere 69 raschwüchsige, normale und 28 „kleine", schließlich doch hochgebrachte Einspormyzelien mit jeweils verschiedenen Repräsentanten der beiden, bereits feststehenden Haplontenarten (Gruppentester) kombiniert. Das Ergebnis dieser Kombinationen ist in Tabelle Nr. 4 dargestellt.

Von den raschwüchsigen, normalen 69 Myzelien gehören demnach 45 der ersten Haplontengruppe (I) und 24 der zweiten, ent-

Tabelle Nr. 4.

a) Raschwüchsige, normale Myzelien.

X^I/	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	37
Tester der Gruppe I (X^I/1)	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−
Tester der Gruppe II (X^I/8)	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+

X^I/	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Tester der Gruppe I (X^I/1)	+	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	−	−	−	−	+	−	−	+
Tester der Gruppe II (X^I/8)	−	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+	−	−	+	+	+	+	−	+	+	−

X^I/	65	66	74	76	81	82	83	84	86	87	88	89	90	91	92	93	95	103	104	105	106	107	108	109	110
Tester der Gruppe I (X^I/1)	−	+	+	+	−	+	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	+	+	−	+
Tester der Gruppe II (X^I/8)	+	−	−	−	+	−	+	−	+	+	+	+	−	+	+	−	−	+	−	−	+	−	−	+	−

b) „Kleine“, zuerst gehemmte Einspormyzelien.

X^I/	33	34	35	36	50	51	52	53	54	67	68	69	70	71	72	73	75	77	78	79	80	96	97	98	99	100	101	102
Tester der Gruppe I (X^I/1)	−	−	−	−	+	+	−	+	−	+	+	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	−	−	+	−	+	+
Tester der Gruppe II (X^I/8)	+	+	+	+	−	−	+	−	+	−	−	+	+	+	+	+	−	−	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−

gegengesetzten Gruppe (II) an. Auch die „kleinen“ gehemmt wachsenden Einspormyzelien (28 Stück) gehören ausschließlich diesen beiden Gruppen an, und zwar 15 der Gruppe I und 13 der Gruppe II. Neue Haplontengruppen, die sich dadurch angezeigt hätten, daß sie

entweder mit beiden Gruppentestern nicht reagieren (Viererschema) oder etwa mit beiden Schnallen bilden, sind nicht aufgetreten. Das Ergebnis der Analyse der X^{I}-Rasse von *Coprinus Friesii* läßt sich daher folgendermaßen zusammenfassen:

Unter 108 geprüften Einspormyzelien, und zwar 80 normalwüchsigen und 28 „kleinen", anfangs gehemmten, waren nur zwei in ihrem sexuellen Verhalten entgegengesetzte Gruppen von Haplonten feststellbar, nämlich

I. Gruppe: X^{I}/1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 52, 54, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 69, 70, 71, 72, 73, 79, 81, 83, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 97, 98, 100, 103, 106, 109 = 68 Stück.

II. Gruppe: X^{I}/5, 6, 8, 16, 27, 32, 38, 46, 47, 48, 50, 51, 53, 55, 56, 61, 64, 66, 67, 68, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 84, 90, 93, 95, 96, 99, 101, 102, 104, 105, 107, 108, 110 = 40 Stück.

Es hat demnach den Anschein, als ob bei den Basidiomyzeten (Hymenomyzeten) neben dem komplizierteren Viererschema auch ganz einfache Heterothallie, wie bei den Mucorineen und Ustilagineen (*Ustilago violacea* [KNIEP]) vorkommt, worauf schon die Befunde von LENDNER (I) an *Coprinus clavatus* und von VANDENDRIES (I—III) an *Paneolus*-Arten und *Hypholoma fasciculare* hinwiesen, wenn auch die Zahl der hierbei untersuchten Einspormyzelien (je 6—22 Stück) für einen überzeugenden Beweis eine zu geringe war.

Die folgenden Versuche bestätigen an weiterem Material einerseits, daß *Coprinus Friesii* tatsächlich ein Hymenomyzet nach dem „Zweierschema", wie man es nennen könnte, ist, zeigen aber auch, daß hier die Verhältnisse nicht als einfache + und — Heterothallie nach dem Typus der Mucorineen gedeutet werden können.

b) Analyse von X^{II}. Die Sporen von X^{II} keimen auf dem üblichen Pferdemistagar sehr gut, nahezu mit 100 Proz. Alle Sporen entwickeln gleich rasch und ungehemmt das Primärmyzel; es treten demnach keine „kleinen" Myzelien wie bei X^{I} auf. Die Analyse erscheint daher wesentlich erleichtert. Bei der völligen Gleichartigkeit der Keimmyzelien ist jede Selektion ausgeschlossen.

Am 11. 7. wurden 22 Einspormyzelien isoliert, X^{II}/1 bis X^{II}/22. Die am 20. 7. durchgeführte Kombination der ersten zwölf Einspormyzelien zeigt Tabelle Nr. 5 in ihrem Ergebnisse.

Wiederum erkennt man zwei scharf getrennte Haplonten-Gruppen ohne irgendeine Unregelmäßigkeit [wie sie VANDENDRIES (II) bei *Paneolus* häufig begegnet]. Die weiteren 10 Einspormyzelien wurden mit den so gewonnenen Gruppenvertretern kombiniert.

Tabelle Nr. 5.

X^{II}/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
2	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
3	+	+	—	+	+	+	—	—	+	+	+	—
4	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
5	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
6	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
7	+	+	—	+	+	+	—	—	+	+	+	—
8	+	+	—	+	+	+	—	—	+	+	+	—
9	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
10	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
11	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+
12	+	+	—	+	+	+	—	—	+	+	+	—

Im ganzen ergab sich für X^{II}:

I. Gruppe: X^{II}/1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 16, 18, 20, 21, 22 = 13 Stück.
II. Gruppe: X^{II}/3, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 19 = 9 Stück.

An der Rasse X^{II} wird schon bei einer relativ kleinen Zahl der analysierten Haplonten ein Zahlenverhältnis (13 : 9) gefunden, das dem mechanischen bereits besser entspricht, als das von X^{I} (68 : 40). Ganz augenscheinlich ist das Zahlenverhältnis von X^{I} durch die bloß 90proz. Keimfähigkeit und das Auftreten der gehemmten „kleinen“ Keimmyzelien, von denen stets nur ein Teil (von 72 isolierten im Versuche a nur 28) bis zur Kombinationsfähigkeit zu bringen war, nachteilig beeinflußt. Die Abweichung vom mechanischen Verhältnis ist aber in beiden Versuchen (a und b) noch innerhalb der Grenze des dreifachen mittleren Fehlers.

c) Kombination von X^{I} und X^{II} untereinander. Sollte das bei *C. Friesii* gefundene „Zweierschema“ identisch mit der + und — Heterothallie bei Mucorineen sein, so müßten die zwei in ihrem sexuellem Verhalten entgegengesetzten Haplontengruppen von X^{I} völlig gleich den zwei bei X^{II} gefundenen Gruppen sein.

Dies ist nun, wie nachstehende Tabelle (Nr. 6) der hierfür durchgeführten Kombinationen zeigt, nicht der Fall.

Jede der vier bisher gewonnenen Gruppen von *C. Friesii* (Vertreter in Tab. Nr. 6 X^{I}/47, X^{I}/65; X^{II}/1, X^{II}/19 z. B.) kopuliert mit allen übrigen, nur mit sich selbst (bzw. mit Angehörigen derselben

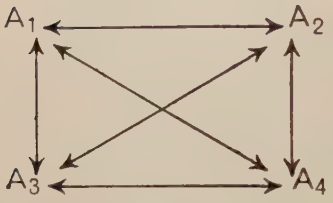
Tabelle Nr. 6.

Myzel	$X^{II}/1$	$X^{II}/16$	$X^{II}/18$	$X^{II}/20$	$X^{II}/21$	$X^{II}/22$	$X^{II}/13$	$X^{II}/14$	$X^{II}/15$	$X^{II}/17$	$X^{II}/19$
$X^{I}/47$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$X^{I}/65$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Gruppe) nicht. Die Verhältnisse lassen sich daher in folgendes Schema bringen:

$A_1 \longleftrightarrow A_2$ 1. Zweierschema von Fruchtkörper X^{I}.

$A_3 \longleftrightarrow A_4$ 2. Zweierschema von Fruchtkörper X^{II}.



3. Gruppenvertreter beider Fruchtkörper miteinander kombiniert, ergibt Schnallenbildung in allen Kombinationen.

Schema Nr. 3.

Wie dies schon durch Kniep (VII) für *Schizophyllum commune* bekannt wurde und wie es auch im folgenden bei *C. comatus*, *C. fimetarius*, *C. niveus* u. a. zu finden sein wird, hat man es hier mit „geographischen Rassen" zu tun, deren vollständige Fertilität untereinander am einfachsten durch die Annahme erklärbar wird, daß der kopulationsbedingende Faktor A in multiplen Allelomorphen (A_1, A_2; A_3, A_4 usw.) vorliegt.

Jedenfalls aber zeigt dieses Verhalten, daß man das bei *C. Friesii* vorliegende „Zweierschema" keineswegs durch die von den Mucorineen her geläufige Bezeichnung + und — Rasse ersetzen kann, wenn man nicht eine ganz uferlose (vgl. besonders die Ergebnisse bei *C. fimetarius* IV. Abschn.) relative Sexualität gelten lassen will, die aber hier jeder inneren Wahrscheinlichkeit entbehrt.

d) Analyse von $X^{II'}$. Zur Ergänzung wurde auch der Fruchtkörper $X^{II'}$ in 25 Einspormyzelien geprüft. Auch er wies zwei entgegengesetzte Haplontengruppen auf, die sich aber, wie erwartet wurde, als identisch mit denen von X^{II} (A_3, A_4) erwiesen. Dies ist auch aus Tabelle Nr. 7 ersichtlich.

Tabelle Nr. 7.

$X^{II'}$	a	b	c	d	e	f	g	h	usw.
$X^{II}/2$	—	—	—	—	—	+	—	—	
$X^{II}/3$	+	+	+	+	+	—	+	+	

e) Zur Aufklärung der Natur von normalen und „kleinen“ Myzelien bei der Sporenkeimung von X^{I}.

Zu diesem Zwecke wurden folgende Versuche angestellt:

1. Auf zwei gleichzeitig mit demselben Pferdemistagar gegossene Platten wurden am gleichen Tage einerseits Sporen X^{I}, andererseits solche von X^{II} durch Schwemmen angebaut. Die Keimung erfolgt in beiden Fällen nach ca. 24 Stunden. Bis zur 48. Stunde war in beiden Platten kein Unterschied feststellbar. Vom dritten Tage jedoch angefangen bot X^{I} ein wesentlich anderes Keimungsbild wie X^{II}. Am 5. Tage war es bereits makroskopisch (bei richtig getroffener Sporendünnsaat) in seiner Unterschiedlichkeit deutlich zu erkennen. Während zu diesem Zeitpunkte die Platte mit den X^{II}-Sporen gleichmäßig von etwa stecknadelkopfgroßen, weißen Fleckchen — den Keimmyzelien — besät war, konnte man auf der Platte mit X^{I}-Sporen zwischen den gleichen, stecknadelkopfgroßen Flecken allerfeinste weiße Pünktchen ausnehmen, welche sich, mikroskopisch betrachtet, als stark gehemmt wachsende Keimmyzelien erwiesen, — die schon (vgl. S. 30) erwähnten „kleinen“ Myzelien. Der Versuch wurde mehrfach innerhalb eines Jahres, in Berlin-Dahlem und in Wien, mit stets gleichem Resultate wiederholt.

Isoliert man solche „kleine“ Einspormyzelien, so verbleiben sie tage- und wochenlang unter Bildung absonderlicher Myzel- und Hyphenformen in diesem winzigen Hemmungszustand. Ein Teil von ihnen (vgl. Tab. Nr. 4 b) „kommt dann allmählich in Schwung“ und wird, wenn auch um Wochen später als die normalen Einspormyzelien, zu einem schalenfüllenden Myzel, ein großer Teil geht ± bald zugrunde.

Aus Versuch 1 kann geschlossen werden, daß das Auftreten von großen, normal wachsenden und „kleinen“ gehemmten Myzelien auf Pferdemistdekoktagar keine allgemeine Eigentümlichkeit von *C. Friesii* ist, sondern bloß eine solche des Sporenmaterials von X^{I}.

2. Die Sporen von X^I werden am 30. 5. 1923 gleichzeitig auf folgenden zwei Nährböden angebaut:

a) üblicher Pferdemistagar	b) peptonloser Beneckeagar
$1^1/_2$ Proz. Agar-Agar,	$1^1/_2$ Proz. Agar-Agar,
$^1/_2$ „ Zucker,	$^1/_2$ „ Zucker,
$^1/_2$ „ Pepton,	0,2 „ Ammoniumnitrat,
0,2 „ KH_2PO_4,	Benecke-Nährlösung (reine
0,2 „ $MgSO_4$.	Salzlösung).

Am 31. 5. in beiden Platten gute Keimung. Schon am 3. 6. zeigten sich auf dem Pferdemistagar die scharf unterscheidbaren normalen und „kleinen“ Myzelien wie in Versuch 1. Auf dem peptonlosen Benecke-Agar zeigten sich nicht die geringsten Größenunterschiede bei normalem, guten Wachstum. Es wurde zur Zählung geschritten. Aus der Platte mit Pferdemistagar wurde querüber ein Streifen von 55 mm Länge und 13 mm Breite herausgeschnitten und dieser unter dem Mikroskope ausgezählt. Es ergaben sich (3. 6. 1923) vier scharf geschiedene, durch keine Übergänge unsicher gemachte Keimungszustände:

452 großmyzelige, normalwüchsige Sporen	= 44,75 Proz.	87,82 Proz. Keimer,
435 „klein“myzelige, wachstumsgehemmte Sporen	= 43,07 „	
114 Sporen, die nur den Keimungsschlauch bildeten und dann das Wachstum einstellten [1])		12,18 Proz. Keimungsuntüchtige,
9 ungekeimte Sporen		

Summe: **1010** Sporen auf einem Agarrechteck von 715 qmm.

Aus der Platte mit peptonlosem Benecke-Agar wurde querüber ein Agarstreifen von 65 mm Länge und 10 mm Breite ausgeschnitten und mikroskopisch ausgezählt. Es waren

850 gleichmäßig große Keimmyzelien	= 73 Proz. Keimer,
248 Sporen, die nur dem primären Keimschlauch bildeten und dann das Wachstum einstellten [1])	= 27 Proz. Keimungsuntüchtige,
55 ungekeimte Sporen	

Summe: **1123** Sporen auf einem Agarrechteck von 650 qmm.

Aus diesem Versuche geht hervor, daß bei X^I die „kleinen“

[1]) Diese Stadien entwickelten sich auch in den nächstfolgenden Tagen nicht mehr weiter — sind also wahrhaft „steckengeblieben“ und keine Spätkeimer.

Keimmyzelien nur auf einem gewissen Nährboden (Pferdemistagar) auftreten, bei Verwendung eines anderen zusagenden Substrates (peptonloser Benecke-Agar) zwar das Keimprozent gedrückt erscheint (von 88 Proz. auf 73 Proz.), dafür aber nur normalwachsende, große Myzelien auftreten, wie bei der Rasse X^{II} auch schon auf Pferdemistagar.

Die Wirkung des Pferdemistpeptonagars auf die Keimung der X^{I}-Sporen kann entweder physikalisch-chemisch — durch eine gegenüber dem Benecke-Agar andere Wasserstoffionenkonzentration — oder aber rein chemisch, durch Vorhandensein gewisser Stoffe oder Stoffgruppen, die dem Benecke-Agar fehlen, bedingt sein.

Diese Frage soll in den folgenden Versuchen entschieden werden.

3. Der peptonlose Agar des Versuches 2 wurde in folgender Abänderung angewendet:

$1^1/_2$ Proz. Agar-Agar,
$^1/_2$ „ Rohrzucker,
0,2 „ Ammoniumnitrat,
Benecke-Nährsalzlösung ohne K_2HPO_4,

dafür das ganze gepuffert mit nach Sörensen bereiteter und berechneter, $^1/_{25}$ molarer Phosphatmischung ($KH_2PO_4 + Na_2HPO_4$ in wechselndem Verhältnisse). Folgende fünf p_H-Stufen wurden hergestellt $p_H = 4{,}49$, $p_H = 5{,}90$, $p_H = 6{,}98$, $p_H = 7{,}73$, $p_H = 9{,}18$. Der Salzfehler konnte, da die Benecke-Lösung sehr verdünnt ist, nur ganz gering sein, der reine Rohrzucker und Agar beanspruchen die Pufferkapazität ebenfalls nicht nennenswert. Die mit diesen verschiedenen Agarnährböden gegossenen Platten wurden bei 18° C gehalten und auf allen gleichzeitig vom gleichen Sporenmaterial X^{I} angebaut (4. 6. 1923). Überall trat innerhalb der üblichen Zeit Keimung und gleichmäßige Myzelentwicklung ein; es waren in keiner der fünf p_H-Stufen „kleine“ Myzelien auch nur andeutungsweise festzustellen. Wie zu erwarten, war bei $p_H = 4{,}49$ und bei $p_H = 9{,}18$ die Gesamtentwicklung der Keimung und des Myzelwachstums nicht so günstig wie in den drei p_H-Stufen näher dem Neutralpunkt.

Der Versuch ergibt, daß das Auftreten der „kleinen“ Myzelien bei der Rasse X^{I} nicht durch bloße Änderung der Wasserstoffionenkonzentration (innerhalb der biolog. Grenzen) hervorgerufen ist.

4. Es blieb daher zu entscheiden, ob das Entstehen der „kleinen“ Myzelien durch chemische Wirkung des stofflich schwer definierbaren

Pferdemistdekokts oder durch die des Peptons (WITTE) verursacht wird. In den anderen Bestandteilen (Agar, Zucker, dest. Wasser) sind nämlich die in Versuch 2 verwendeten beiden Nährböden einander völlig gleich (alle Materialien von derselben Herkunft) und dem unterschiedlichen Gehalte an verdünnten Neutralsalzen kann keine Bedeutung beigemessen werden. Es wurde daher zunächst der Nährboden 2a (Pferdemistdekoktpeptonagar) ganz in derselben Zusammensetzung, nur unter Weglassung des Pferdemistdekokts (Ersatz durch dest. H_2O) bereitet und zum Anbau der Sporen von X^I verwendet.

Das Keimungsbild von X^I am 5. Tage — Auftreten der „großen" und „kleinen" Keimmyzelien — war ganz dasselbe wie bei dem Pferdemistdekoktagar (2a). Der Pferdemistdekokt kann also nicht als die Ursache für das Auftreten der „kleinen" bei X^I aufgefaßt werden. Dieses Versuchsergebnis wurde bei einer Wiederholung im Februar 1924 in Wien bestätigt.

Demnach scheint ein im Pepton (Witte) enthaltener, bzw. erst bei der Nährbodenbereitung (mehrstündiges Kochen in schwach saurer Reaktion) noch entstehender Körper aus der Gruppe der Eiweißabbauprodukte die auslösende Ursache für das Auftreten der „kleinen" Keimmyzelien zu sein, ein Resultat, das zum Vergleiche mit BAUCH's (I) Versuchsergebnissen an *Ustilago violacea* zwingt. Auch bei *Ustilago* wurde eine bestimmte Sporidiensorte durch Abbauprodukte des Glutins bis fast zur völligen Unterdrückung gehemmt, nur daß diese Eigenschaft dort mit der Zugehörigkeit zu einer der beiden sexuell differenten Gruppen (b-Gruppe) verknüpft erschien und daher als sekundärer Geschlechtscharakter angesprochen wurde.

Hier, bei *Coprinus Friesii* besteht ein solcher Zusammenhang keineswegs, wie Tab. Nr. 4b sinnfällig für X^I erkennen läßt, und wie das vollständige Fehlen der ganzen Erscheinung in der Rasse X^{II} noch mehr verdeutlicht. Inwieweit die Eigenschaft überhaupt erblich ist, soll in Versuchsgruppe 6 besprochen werden (S. 39).

5. Übersetzt man „kleine" gehemmt wachsende Einspormyzelien (also auf Pferdemistagar isoliert) auf den peptonlosen Benecke-Agar, so zeigen sie alsbald durchgehends (Versuchszahl: 13 Stück) normal einsetzendes, üppiges Wachstum. Es ist dies also eine gute Methode zum Hochbringen der „kleinen" Myzelien (vgl. S. 33). Überträgt man andererseits eine Reihe (12 Stück) der auf Benecke-Agar gleichmäßig-normal ausgekeimten Einspormyzelien nach 3 bis

4 Tagen auf Pferdemistagar, so gelingt schon in diesem, wie in jedem späteren Stadium, die Rückverwandlung eines Teils derselben — nach den Zählungsergebnissen wäre es etwa bei der Hälfte der Einspormyzelien zu erwarten — in „kleine“ Keimmyzelien nicht mehr. Wenn scheinbar der kritische Zeitpunkt bei der Bildung des Keimmyzels (etwa der dritte Tag) auf einem nicht hemmenden Nährboden (Benecke-Agar) durchgemacht wurde und das Wachstum „in Schwung gekommen“ ist, so gelingt es durch Übertragen auf Pferdemistagar nicht mehr, diese Hemmung nachträglich zu induzieren. Es handelt sich also um eine auch zeitlich ganz eng begrenzte Hemmung in den ersten Keimungsstadien.

6. Wiewohl die Frage nach der Erblichkeit der besprochenen Eigenschaft der X^{I}-Rasse nicht restlos entschieden werden konnte, mögen die in dieser Richtung angestellten Kreuzungsversuche und deren Ergebnisse doch in Tab. Nr. 8 wiedergegeben werden.

Die schon S. 29 erörterte Eigentümlichkeit von *C. Friesii*, daß nicht jedes Schnallenmyzel, hervorgegangen aus der Kombination zweier Haplomyzelien entgegengesetzter Gruppenzugehörigkeit, in gleicher Weise zur Bildung normaler, sporender Fruchtkörper — unter den eingehaltenen Versuchsbedingungen — befähigt erscheint, erschwert natürlich die Kreuzungsversuche (vgl. Tab. Nr. 8, Kreuzung 2, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16). So konnten von der wichtigen Kreuzung X^{I} groß $\times$ groß trotz dreimaliger Durchführung (14, 15, 16) keine Sporen gewonnen werden. Sehr leicht und üppig fruchteten und sporten die Kombinationen von X^{I} mit Vertretern der gleichmäßig keimenden Rasse X^{II}. Die hier augenscheinlich herrschenden Gesetzmäßigkeiten konnten aber — als zu weit abführend — nicht verfolgt werden (vgl. IV. Abschn., *C. picaceus*).

Der Umstand, daß die Kombination X^{I} groß $\times$ X^{II} (Vers.-Nr. 12 der Tab. 8) ausschließlich große, d. h. gleichmäßig-normalwüchsige Keimmyzelien neben ganz wenigen ungekeimten Sporen lieferte, bei den Kombinationen „groß“ (bzw. gleichmäßig) $\times$ „klein“ (Vers.-Nr. 8 bis 11 der Tab. 8) und „klein“ $\times$ „klein“ (Vers.-Nr. 1 u. 3, Tab. 8) jedoch große, kleine und ganz steckengebliebene Keimmyzelien anscheinend im üblichen Zahlenverhältnisse auftraten, legt die Deutung nahe, die „Großen“ der X^{I}-Rasse, gleichwie die ganze X^{II}-Rasse als homozygot im Faktor für „groß“ (G) aufzufassen; jeder Haplont hätte die Konstitution GG. Die „Kleinen“ wären dann heterozygot, Gg, mit Dominanz von g (Faktor für klein). Bei der Kombination „groß“ $\times$ „klein“, GG $\times$ Gg müßten daher große (GG) und kleine (Gg) Keimmyzelien im Verhältnis **1 : 1** auftreten, was mit den Zähl-

Tabelle Nr. 8.

Vers.-Nr.	Datum	Kombination von X (Schnallenmyzel)	das bedeutet	Art der Fruchtkörperbildung	Datum	Bei der Keimung der Sporen waren feststellbar
1	17. 6. 1923	I/50 × I/52	„klein" × „klein"	Kolben besät mit kleinen Fruchtkörperanlagen — nur 2 weiter entwickelt bis zum kärglichen Absporen	27. 7. 1923	große, „kleine" und steckengebliebene Keimmyzelien wie bei X^I
2	17. 6.	I/53 × I/54	„klein" × „klein"	Rhizomorphenbildung. Fruchtkörperanlagen. Fruchtkörper ø	(27. 7.)	ø
3	31. 7.	I/72 × I/80	„klein" × „klein"	bis 28. 9. sechs bis acht mittlere und kleinere sporende Fruchtkörper	4. 10.	2 mal: große, „kleine" und steckengeblieb. Myzelien, ungekeimte Sporen wie bei X^I
4	31. 7.	I/75 × I/97	„klein" × „klein"	weiße, halbkugelige Knöpfe oder höchstens einige mirakulös verhutzelte Fruchtkörper	(4. 10.)	ø
5	31. 7.	I/96 × I/80	„klein" × „klein"			
6	31. 7.	I/96 × I/97	„klein" × „klein"			
7	17. 6.	I/53 × I/17	„klein" × groß	Rhizomorphenbildung, Fruchtkörper ø	(27. 7.)	ø
8	17. 6.	I/16 × I/54	groß × „klein"	sechs große, ja üppige, sporende Fruchtkörper	27. 7.	große — „kleine" Myzelien, steckengeblieb. Sporen wie bei X^I
9	31. 7.	II/2 × I/97	gleichmäßig × „klein"	schon am 16. 8. und 17. 8. normale, gut sporende Fruchtkörper	4. 10. bis 8. 10.	große — „kleine" — steckengeblieb. Myzelien, ungekeimte Sporen wie bei X^I
10	31. 7.	I/96 × II/3	„klein" × gleichmäß.			
11	31. 7.	I/72 × II/3	„klein" × gleichmäß.			
12	23. 10.	I/103 × II/2	groß × gleichmäß.	Ende November gut sporende Fruchtkörper in reichlicher Zahl	28. 2. 1924	nur große (bzw. gleichmäßige) Myzelien und wenige ungekeimte Sporen, keine „kleinen" und steckengebliebenen, Keimungsbild daher wie bei X^{II}(M)!
13	23. 10.	I/105 × II/3	groß × gleichmäß.			
14	17. 6.	I/16 × I/17	groß × groß	schwache Rhizomorphenbildung, Fruchtkörper ø	—	ø
15 16	23. 10.	2 mal! I/103 × I/105	groß × groß	Fruchtkörperanlag. (kugelige), aber ø auf spannende Fr.-Körp.	—	

ergebnissen (vgl. S. 36) gut übereinstimmt: 44,75 Proz. „große", 43,07 Proz. „kleine", Rest (12,18 Proz.) keimungsuntüchtig, unter 1010 Sporen. Bei der Kombination „klein" × „klein" wäre folgende Aufspaltung zu erwarten: 1 GG („groß") : 2 Gg („klein") : 1 gg (x ?). Eine Zählung von keimendem Sporenmaterial einer solchen Kombination (Vers.-Nr. 3 der Tab. 8) ergab folgendes Resultat: Von 1013 Sporen keimten 376 „groß"myzelig (= 37,12 Proz.), 422 „klein"-myzelig (= 41,65 Proz.), während 196 nach Bildung des ersten Keimschlauches steckengebliebene und 19 ungekeimte Sporen zusammen (= 21,22 Proz.) die Keimungsuntüchtigen bildeten. „Große" und „kleine" Keimmyzelien stehen demnach wiederum annähernd im Verhältnisse 1 : 1 (37,12 Proz. : 41,65 Proz. unter 1013 Sporen), wenn auch die Übereinstimmung nicht so gut ist, wie bei der erstgenannten Zählung. Hingegen trat keine neue Gruppe in ca. 25 Proz. auf, die sich als gg hätte ansprechen lassen. Die Zahl der Keimungsuntüchtigen ist etwas vergrößert, was aber auch bei ein und derselben Kombination (groß × klein) vorkommen kann (siehe S. 36, 27 Proz. keimungsuntüchtige!). — Dieser Befund läßt sich durch die Annahme erklären, daß die **gg**-Homozygoten, gleich den **GG**-Haplonten, großmyzelig, daß daher auch bei der Kombination X^I „klein" × „klein" „große" und „kleine" Keimmyzelien im Verhältnisse 1 : 1 auftreten. g wäre daher nicht, wie ursprünglich angenommen, ein Faktor für „klein", sondern im homozygoten Zustande durchaus gleichwertig dem Faktor G; erst der heterozygote Haplont Gg wird — durch eine bestimmte Korrelationsstörung eben infolge der Heterozygotie — „kleinmyzelig". Nach dieser scheinbar einfachsten [1]) Deutung wäre das Myzelwachstum von *C. Friesii* in der Regel durch einen doppelt vorhandenen Faktor (G bzw. g, je nach Rasse) beeinflußt, die gehemmten Keimmyzelien („kleine") von X^I stellen die „haplomiktischen" Formen einer Bastardrasse bzw. seiner Rückkreuzung dar.

Der völlige Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme, das Erfassen der beiden genetisch verschieden zusammengesetzten großmyzeligen Haplontengruppen (GG resp. gg) sowie die Herstellung einer X^{II} entsprechenden, reinen gg-Rasse (gg × gg) scheiterte in kurzem Wege an der bereits erwähnten Schwierigkeit, bestimmte gewünschte Kombinationen zur Fruchtkörperbildung zu veranlassen (vgl. Vers.-Nr. 14—16 der Tab. 8). Nur ausgedehnte Spezialversuche

[1]) Auf andere, dem experimentellen Befund genügende, aber kompliziertere Erklärungsmöglichkeiten soll hier nicht eingegangen werden.

könnten diese Schwierigkeit überwinden und den Vererbungsmodus völlig klären.

Als sichergestellt kann jedenfalls betrachtet werden: 1. die Erblichkeit der Konstellation für das Entstehen von „kleinen" Keimmyzelien und 2. die Unabhängigkeit dieser Erbeigenschaft von dem einen, gleichfalls mendelnden, kopulationsbedingenden Faktor [1]).

Die Kernverhältnisse bei *Coprinus Friesii*. Das Myzelium bietet in seinen Kernverhältnissen wenig Bemerkenswertes. Die erste Vorstülpung des Keimschlauches ist bereits zweikernig. Ob die erste Kernteilung zugleich mit Keimungsbeginn erfolgt, oder ob bereits die reife Spore, wie bei *C. sterquilinus*, zweikernig ist, konnte nicht entschieden werden. Wahrscheinlicher erscheint das letztere. Im jungen Keimschlauche erfolgt lebhafte Kernvermehrung; zur Wandbildung kommt es ähnlich wie bei den behandelten drei homothallischen Coprini erst verhältnismäßig spät. Ein bloß zweizelliger Keimschlauch besaß z. B. 22 + 10 Kerne. Das dünnhyphige Haplomyzel verbleibt vielkernig. Einkernige Zellen, wie sie KNIEP (II, III) vorwiegend bei *C. nycthemerus* gefunden hat, wurden nicht angetroffen. Das Schnallenmyzel aus Kombinationskulturen, ebenso das aus Fruchtkörpergewebe regenerierende Myzel ist typisch paarkernig. Das starke Luftmyzel ließ eine Beobachtung des Kopulationsvorganges nicht aussichtsreich erscheinen.

2. *Coprinus comatus* FRIES.

MASSEE, l. c. Nr. 13, S. 142. RICKEN, l. c. Nr. 179, S. 56. LANGE, l. c. Nr. 1 S. 39.

Versuchsmaterial. In diesem Falle war das Ausgangsmaterial ganz eindeutig bestimmt. Die Sporen übereinstimmend mit RICKEN schwarz bis neutralgrau, meist 10 μ : 6 μ (Fig. 1, 7, S. 15) oder etwas größer.

Zur Untersuchung gelangte das Sporenmaterial von fünf weitentfernten Standorten wie Tab. Nr. 9 zeigt.

Alle Bestimmungen erwiesen sich im Verlaufe der Kombinationsversuche (vgl. Tab. Nr. 17, S. 50) als richtig, was auch schon die Gleichheit der Sporen, das ähnliche Verhalten bei der Keimung und das gleiche Aussehen von den Primär- bzw. Schnallenmyzelien nahelegten.

Kulturbedingungen. Die Keimung der Sporen auf dem üblichen Pferdemistagar (Wasserschwemmung) erfolgte bei allen

[1]) Bei *C. ephemerus* (V. Abschn. S. 121) wurde ein ebenfalls unabhängig vom kopulationsbedingenden Faktor mendelndes Eigenschaftspaar gefunden, das einer vollständigen Analyse keine Schwierigkeiten entgegensetzte.

Tabelle Nr. 9.

Copr. comatus in	Fundort	Gesammelt und bestimmt von	Datum	Bezeichnung in den folg. Versuchen
1 Exemplar	Trins (Nordtirol)	Doz. Dr. F. v. Wettstein	Aug. 1923	Co-T
1 Exemplar	Berchtesgaden (Bayern)	Verf.	16. 9. 1923	Co-B
1 Exemplar	Wien-Neuwaldegg.	Prof. Dr. Schiffner	15. 10. 1923	Co-W
3 Exemplaren	St. Pölten (Niederösterreich, Probstwald)	Dr. Reinhold	Oktob. 1923	Co-St Co-St' Co-St''
1 Exemplar (bzw. dessen Sporen)	Hamburg	Frl. Thume	Sept. 1923	Co-Ha

fünf Standortsrassen, wenn auch in verschiedenem Prozentsatz. Einigermaßen normal, etwa wie *C. sterquilinus* (ca. 5 Proz.) keimte nur **Co-W.** **Co-St** (in allen drei Exemplaren), **Co-B**, **Co-T** und besonders **Co-Ha** keimten innerhalb der normalen Zeit (3—4 Tage), aber in einem so verschwindenden Prozentsatz, daß das verdünnte Aufschwemmen der Sporen (vgl. S. 11) in diesen Fällen aufgegeben werden mußte und die Sporen äußerst dicht angebaut wurden. Nach 3 Tagen keimten dann pro Platte etwa 12—20 Sporen, die, da sich niemals eine weitere (spätere) Keimung beobachten ließ, unbeschadet der zahlreichen — keimungsunfähigen, benachbart liegenden Sporen etwa am sechsten Tage als „praktische" Einsporpflanzen ausgestochen wurden. Trotz dieser sonst nirgends geübten, etwas gewagten Methodik erwiesen sich die **72** insgesamt isolierten Einspormyzelien der Fruchtkörper Co-B, Co-T, Co-St und Co-Ha sämtlich bei der Analyse als „rein".

Versuche, den Keimprozentsatz bei den genannten Rassen dadurch zu heben, daß die Sporenkeimung nach Brefelds Beispiel in hängenden Tropfen von Pferdemistdekokt vorgenommen wurde oder die Sporenmasse mit Pferdemistdekokt statt mit destilliertem Wasser über die Agarplatten geschwemmt wurden, ergaben keine günstigeren Resultate. „Taube Sporen", wie bei *C. sterquilinus*, scheinen jedoch hier nicht in größerer Zahl vorzukommen; vielmehr hat man den Eindruck, daß nicht ganz normal abgeworfene Sporen (wie sie hier einzig bei Co-W vorlagen) dadurch, daß sie entweder vom Hut auf Papier zu früh abgestreift wurden oder aber zu lange an den Lamellen und in Berührung mit dem Selbstverdauungssaft verblieben, in ihrer Keimfähigkeit stark geschädigt werden.

Immerhin keimten die Sporen des vorhandenen Materials von *Copr. comatus* (mit Ausnahme von Co-Ha) soweit reichlich, daß alle Versuche in den gewünschten Zahlenausmaßen durchgeführt werden konnten.

Die Keimmyzelien gediehen auf dem Pferdemistdekoktagar sehr gut und bildeten bald ein üppiges Luftmyzel. Ein solches wurde vom Schnallenmyzel in noch verstärkterem Maße gebildet, so daß sich bei *C. comatus* wohl am leichtesten, auch von dem mit dem Objekt nicht Vertrauten, Primär- und Schnallenmyzel mit freiem Auge in einem bestimmten Stadium unterscheiden lassen. *C. comatus* eignet sich daher besonders als Demonstrationsobjekt der Heterothallie bei Basidiomyzeten vor einem Auditorium.

Das Schnallenmyzel von *C. comatus* war innerhalb eines halben Jahres auf den verschiedensten Nährböden und unter wechselnden Außenbedingungen nicht zur Fruchtkörperbildung zu veranlassen. Als Nährböden, steril in Erlenmeyerkolben gefüllt, wurden versucht: Pferdemist frisch; Pferdemist ausgekocht, sehr feucht; Brot geweicht in Pferdemistdekokt; Gartenerde + Pferdemist, in verschiedenen Verhältnissen gemischt (starke Rhizomorphenbildung zu beobachten!); altes, feuchtes Rindenholz, ohne und mit Zusatz von etwas Pferdemistagar (üppiges Luftmyzel); eine Mischung von Gartenerde und Pferdemistagar. Teilweise wurde das vom Schnallenmyzel ganz durchwachsene Substrat in mit Sand zu $^2/_3$ gefüllte Blumentöpfe gebreitet — eine Infektion durch andere Pilze war durch die selbststerilisierende Wirkung des Myzels nicht mehr zu befürchten — mit Pferdemistdekokt begossen und unter verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen und Transpirationsbedingungen (Lakon I) gehalten.

Fruchtkörper oder auch nur Fruchtkörperanlagen entwickelten sich in keinem Falle — eigentlich entgegen der gehegten Erwartung, denn Brefeld (II p. 39) gibt von *C. comatus* an, daß er „sehr leicht in Kulturen auf Mist seine mächtigen Fruchtkörper hervorbringt". Brefeld scheint es jedoch mit einer anderen Rasse von *C. comatus* zu tun gehabt zu haben, denn er gibt von ihr noch an, „daß sie Myzelien ohne Stäbchen bildet", während sich z. B. an Co-W häufig auffällig große, lange Oidien (Stäbchenfruktifikationen) finden ließen.

Geschlechtsverhältnisse. Mounce (I) hatte bereits *C. comatus* orientierend untersucht. Sie konnte zwei Einspormyzelien isolieren, die auch bei langer Kultur keine Schnallen bildeten, ebensowenig bei Kombination untereinander. Mounce vermutete daher, daß *C. comatus* eine heterothallische Art sei.

Eigene Versuche: a) Im Vorversuch (25. 10. 1923) wurde festgestellt, daß Einspormyzelien von **Co-W** schnallenlos sind, während gleichalte Sporenmischkulturen Schnallen aufweisen. Die Schnallen kommen nicht regelmäßig an jeder Zellwand und jeder Hyphe des Sekundärmyzels vor, sind aber von besonderer Größe und Deutlichkeit. Die Hyphen des Schnallenmyzels unterscheiden sich ferner augenscheinlich durch einen größeren Querdurchmesser und eine größere Wachstumsgeschwindigkeit von den unter gleichen Bedingungen, einige Millimeter benachbart wachsenden Hyphen des Primärmyzels.

Eine Festlegung dieser Beobachtung in konkreten, vergleichbaren Zahlen hätte wochenlange Versuche und Serienmessungen beansprucht. Da diese Frage nicht direkt zum gesteckten Ziele gehört, wurden derartige exakte Versuche nicht durchgeführt. Die bloße Beobachtung spricht aber dafür, daß hierbei die Kernplasmarelation in ihrer Gültigkeit von neuem erwiesen worden wäre.

Es bestätigt sich also die Vermutung von Mounce, daß *Coprinus comatus* Fr. heterothallisch ist. Die näheren Verhältnisse dieser Heterothallie wurden in den folgenden Versuchen festgestellt.

b) Analyse von **Co-W**. Am 25. 10. 1923 werden 16 Einspormyzelien isoliert; Co-W/1 — Co-W/16. Hiervon am 29. 10. Co-W/2, 3, 9, 11, 13 wegen Bakterienverunreinigung ausgeschaltet. Die übrigen 11 Einspormyzelien, gut-gleichmäßig entwickelt mit üppigem Luftmyzel, werden am 1. 11. in sämtlichen möglichen Kombinationen gepaart. Tab. Nr. 10 zeigt das Resultat.

Tabelle Nr. 10.

Kombination: 1. 11. 1923. Kontrolle: 7. 11.

Co-W	1	4	5	6	7	8	10	12	14	15	16
1	—	+	—	—	+	—	+	ø	+	+	—
4	+	—	+	+	—	+	—	ø	—	—	+
5	—	+	—	—	+	—	+	ø	+	+	—
6	—	+	—	—	+	—	+	+	+	+	—
7	+	—	+	+	—	+	—	—	—	—	+
8	—	+	—	—	+	—	+	ø	+	+	—
10	+	—	+	+	—	+	—	ø	—	—	+
12	ø	ø	ø	+	—	ø	ø	—	ø	ø	+
14	+	—	+	+	—	+	—	ø	—	—	+
15	+	—	+	+	—	+	—	ø	—	—	+
16	—	+	—	—	+	—	+	+	+	+	—

Es ergeben sich zwei Gruppen untereinander gleichartiger Myzelien, nämlich Co-W/1, 5, **6**, 8, 16 einerseits, Co-W/**4**, 7, 10, 12, 14, 15 andererseits. Die Kombination von je einem Vertreter dieser beiden Gruppen führt stets zur Bildung von Schnallenmyzel (+). Um an einer größeren Anzahl von Einspormyzelien sicherzustellen, ob wirklich nur zwei Gruppen von Haplonten vorhanden sind, wie bei *C. Friesii* QUEL. bereits oben festgestellt wurde, oder ob dies nur zufällig bei den ersten elf Einspormyzelien vorgetäuscht wurde, gelangten **60** weitere in der Zeit vom 10.—16. 11. isolierte Einspormyzelien mit den „Testern" der beiden bereits festgestellten Gruppen **Co-W/6** bzw. **Co-W/4** zur Kombination, wie folgende Tab. Nr. 11 wiedergibt.

Tabelle Nr. 11.

Kombination: 23. 11. 1923. Kontrolle: 30. 11.

Co-W	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
6 (I. Gr.)	−	−	−	−	+	−	−	−	−	+	+	−	+	+	−	−	−	+	−	+
4 (II. Gr.)	+	+	+	+	−	+	+	+	+	−	−	+	−	−	+	+	+	−	+	−

Co-W	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
6 (I. Gr.)	+	−	+	−	−	+	−	−	−	−	+	+	−	−	−	+	+	−	−	+
4 (II. Gr.)	−	+	−	+	+	−	+	+	+	+	−	−	+	+	+	−	−	+	+	−

Co-W	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
6 (I. Gr)	+	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−
4 (II. Gr.)	−	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−	+

Da jedes der sechzig Einspormyzelien mit einem der beiden Tester unter Schnallenbildung (+) reagierte, mit dem anderen sich negativ verhielt, sind wirklich nur zwei Gruppen von Haplonten vorhanden, und zwar ergibt sich:

I. Gruppe: Co-W/1, 5, **6**, 8, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 28, 31, 32, 33, 35, 38, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 69, 76 = **40** Stück.

II. Gruppe: Co-W/**4**, 7, 10, 12, 14, 15, 21, 26, 27, 29, 30, 34, 36, 37, 39, 42, 47, 48, 52, 53, 56, 57, 62, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75 = **31** Stück.

Das Abweichen des experimentellen Ergebnisses **31 : 40**, vom mechanischen Verhältnis (35 : 36) liegt innerhalb des nach der mittleren Fehlerberechnung Zulässigen.

Coprinus comatus Fr. erweist sich demnach als eine heterothallische Art nach dem Zweierschema wie *C. Friesii*. Für die eventuell konstruierbare Annahme, daß ein weiteres Gruppenpaar in den keimunfähigen Sporen — potentiell — enthalten wäre, liegt gar kein stichhaltiger Grund vor, da ja, wie man sah, bei *C. Friesii* trotz nahezu 100proz. Keimung (X^{II}) und größerer Untersuchungszahlen auch nur zwei Gruppen gefunden werden konnten.

Dieses Ergebnis wird durch die folgenden Versuchsreihen (c—e) mit den anderen Standortsrassen an insgesamt weiteren 71 Einspormyzelien bestätigt.

c) Analyse von **Co-B**. Am 16. 1. 1924 Isolierung von 18 Einspormyzelien, Co-B/1—18. Diese am 23. 1. kombiniert nach Tab. Nr. 12:

Tabelle Nr. 12.

Co-B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 (I. Grp.)	−	+	+	+	+	+	−	−	+	−	+	+	+	+	−	+	−	−
2 (II. Grp.)	+	−	−	−	−	−	+	+	−	+	−	−	−	−	+	−	+	+

Daß **Co-B/1** und **Co-B/2** miteinander Schnallen bilden, daher als Gruppen-Tester verwendet werden können, war im voraus festgestellt worden. Die zwei Gruppen lassen sich aus der Tab. Nr. 12 direkt ablesen; ihr Verhältnis ist — unter den geprüften 18 Haplonten — wie **7 : 11**.

d) Analyse von **Co-T**. Am 15. 1. 1924 Isolierung von 22 Einspormyzelien, die sich bei der Kontrolle am 22. 1. alle brauchbar erweisen. **Co-T/1** und **Co-T/21** bilden miteinander Schnallen, werden daher als Tester bestimmt. Am 23. 1. werden folgende Kombinationen durchgeführt (Tab. Nr. 13):

Tabelle Nr. 13.

Co-T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1 (I. Gruppe)	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−	+	−	−	−	−	+	−
21 (II. Gruppe)	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	+	−	+

Demnach wiederum 2 Gruppen; ihr Verhältnis ist **10 : 12**.

e) Analyse von **Co-St**. Drei am selben Standorte, knapp nebeneinander im Probstwald bei St. Pölten (Niederösterreich; 60 km von Wien) gesammelte, in sporendem Zustande getrocknete Fruchtkörper. Die drei Exemplare wurden getrennt, als **Co-St**, **Co-St'** und **Co-St"** einzeln analysiert.

1. **Co-St**. Am 24. 12. 1923 sechs Einspormyzelien isoliert, Co-St/1—6. Diese am 4. 1. 1924 kombinationsfähig. Das Ergebnis zeigt folgende Tab. Nr. 14.

Tabelle Nr. 14.

Co-St	1	2	3	4	5	6
1	—	+	+	—	+	+
2	+	—	—	+	—	—
3	+	—	—	+	—	—
4	—	+	+	—	+	+
5	+	—	—	+	—	—
6	+	—	—	+	—	—

Demnach finden sich bei Co-St ebenfalls 2 Haplontengruppen: Co-St/1, 4 bzw. Co-St/2, 3, 5, 6.

2. **Co-St'**. Am 15. 1. 1924 — da reichlichere Keimung, ungefähr wie bei Co-W — Isolierung von 20 Einspormyzelien. Um noch einmal die Verhältnisse an einer vollkommen durchgeführten Kombination einer größeren Anzahl von Haplonten zu prüfen, wobei auf Unstimmigkeiten, wie sie nach den Angaben VANDENDRIES (II, III) bei *Paneolus* vorzukommen scheinen („Hermaphrodite" Myzelien?), besonders geachtet werden sollte, wurden die ersten 15 Einspormyzelien von Co-St' in sämtlichen Möglichkeiten gepaart (Tab. Nr. 15).

Wie ersichtlich, reagierten die Myzelien beider Gruppen (7 : 8) in allen Fällen erwartungsgemäß. Die einzige Unstimmigkeit, Co-St'/10 × 14 + statt —, hielt bei einer zweimaligen Wiederholung nicht stand (war beidemale —), dürfte daher ein Versuchsfehler gewesen sein.

3. **Co-St"**. Da die Sporenkeimung besonders spärlich erfolgte, werden am 15. 1. 1924 nur sieben Einspormyzelien isoliert, Co-St"/1—7, und am 22. 1. die in Tab. Nr. 16 wiedergegebenen Kombinationen durchgeführt.

Tabelle Nr. 15.

Kombination: 24. 1. 1924. Kontrolle: 1. 2.

Co-St'	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
2	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−
3	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−
4	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−
5	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−
6	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
7	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
8	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
9	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
10	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	(+)	−
11	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−
12	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
13	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+	+
14	+	−	−	−	−	+	+	+	+	(+)	−	+	+	−	−
15	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−

Tabelle Nr. 16.

Co-St"	1	2	3	4	6	7
1	−	+	+	+	−	−
2	+	−	−	−	ø	ø
3	+	−	−	−	+	+
4	+	−	−	−	+	+

Schon bei diesen kleinen Zahlen erscheinen demnach beide Haplontengruppen in gleichem Verhältnis (3:3), nämlich Co-St"/1, 6, 7 bzw. Co-St"/2, 3, 4.

f) Analyse von **Co-Ha**. Die Keimung des vom Herbst 1922 stammenden Hamburger Sporenmateriales war im Januar 1924 schon derart verschwindend gering, daß trotz dreimaligen Anbaues der Sporen in der erwähnten Weise (vgl. S. 43) nur ein einziges Einspormyzelium zu gewinnen war, Co-Ha/1. Dieses konnte daher nur im folgenden Versuche Verwendung finden.

g) Prüfung der jeweiligen zwei Haplontengruppen der Standortsrassen untereinander. — Nach den Erfahrungen bei *C. Friesii* und den im IV. Abschnitt beschriebenen

Versuchen mit *C. fimetarius, C. niveus* u. a., sowie nach den Ergebnissen KNIEP's (VII, VIII) bei *Schizophyllum commune*, war zu erwarten, daß die beiden Haplontenarten eines Fruchtkörpers mit denen eines anderen vom gleichen Standort identisch sind, daß aber die Haplontenpaare der fünf verschiedenen, so weit entfernten Standorte untereinander different sind, daher sämtliche möglichen Kombinationen zwischen ihnen zur Schnallenbildung (+), d. h. zur Diplophase führen.

Die Kombination der in den Versuchen b) bis f) durch Analyse gewonnenen **13** Haplonten (6 Fruchtkörper mit je zwei Gruppenvertretern, Co-HA/1) verschiedener Herkunft wurde daher anschließend durchgeführt. Das für die bedeutsamen Kombinationspaare — wo nämlich Schnallenbildung unterblieb — mehrfach wiederholte und auch unter Anwendung anderer Testerpaare bestätigte Ergebnis dieser Versuchsserie ist aus Tab. Nr. 17 zu ersehen.

Tabelle Nr. 17.

Kombination: Januar bis Februar 1924.

		W		B		T		St		St'		St''		HA
	Co-	Co-W/6	Co-W/4	Co-B/1	Co-B/2	Co-T/1	Co-T/21	Co-St/4	Co-St/6	Co-St'/1	Co-St'/4	Co-St''/3	Co-St''/1	Co-HA/1
W	Co-W/6	−	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	−
	Co-W/4	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B	Co-B/1	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Co-B/2	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T	Co-T/1	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+
	Co-T/21	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+
St	Co-St/4	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+
	Co-St/6	−	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	−
St'	Co-St'/1	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+
	Co-St'/4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+
St''	Co-St''/3	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+
	Co-St''/1	−	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	−
HA	Co-HA/1	−	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	−

Man wird erkennen, daß sich beide oben ausgesprochenen Erwartungen nicht erfüllten. Von den drei Fruchtkörpern desselben Standortes, **Co-St**, **Co-St'** und **Co-St''** erweisen sich nur zwei als identisch, nämlich **Co-St** und **Co-St''**. Es ist nämlich

Co-St/4 = Co-St"/3 und Co-St/6 = Co-St"/1; bei Kombination dieser gleichen Haplonten unterbleibt jede Schnallenbildung (—). Der dritte Fruchtkörper dieses Standortes aber, **Co-St'** (mit seinen zwei Gruppen Co-St'/1 — Co-St'/4) ist in seinen kopulationsbedingenden Faktoren vollkommen verschieden von den beiden anderen (Co-St resp. Co-St"). — Ferner zeigt sich aber, daß in den sechzig oder mehr Kilometer voneinander entfernt erwachsenen Fruchtkörpern **W**, **St** und **Ha** einer der beiden konstituierenden Haplonten identisch ist: Co-W/6 = Co-St/6 (= Co-St"/1) = Co-Ha/1, während die andere Haplontengruppe in diesen Fruchtkörpern (in W, St; von Ha nicht vorliegend) jeweils verschieden erscheint [1]).

Will man die geographischen Rassen bezüglich der kopulationsbedingenden Faktoren als multiple Allelomorphe ein und desselben Faktors auffassen, wie Kniep (VIII) dies tut, so ergibt sich folgendes Schema:

Schema Nr. 4.

Co-W: $A_1 \longleftrightarrow A_2$

Co-B: $A_3 \longleftrightarrow A_4$

Co-T: $A_5 \longleftrightarrow A_6$

Co-St = Co-St": $A_1 \longleftrightarrow A_7$

Co-St': $A_8 \longleftrightarrow A_9$

Co-Ha: $A_1 \longleftrightarrow ?$

[1]) Trotz des größten Skeptizismus lassen sich diese überraschenden Versuchsergebnisse wohl nicht anders — etwa als „Verunreinigungen" u. dgl. deuten. Denn — wie wohl dieses alles eigentlich aus der Darstellung der Analyse von **Co** (S. 45—49) schon hervorgeht, sei es dennoch neuerdings hervorgehoben: 1. Kann von einer „Verseuchung" der Versuchsräume mit Sporen von *C. comatus*, wie es etwa bei *C. fimetarius* oder *C. ephemerus* möglich wäre, deshalb nicht die Rede sein, da *C. comatus* in den Kulturen nur Schnallenmyzel, aber keine Fruchtkörper bildete. Mit dem in Glasdosen bzw. Papierkapseln sorgfältig verschlossen aufbewahrten Sporenausgangsmaterial (vgl. Tab. Nr. 9) mußte daher ausgekommen werden. 2. Wurde Co-W im November 1923 zu Ende analysiert, mit Co-St bzw. Co-St" erst Ende Januar bis Anfang Februar 1924 experimentiert. In der Zwischenzeit war teilweise mit *Copr. picaceus*, teilweise überhaupt nicht gearbeitet worden (Weihnachtstage). 3. Ist es bei dem so auffallend niedrigen Keimprozent der **Co**-Sporen (aller Standorte) überhaupt sehr unwahrscheinlich, daß einzelne verunreinigende Sporen — wenn solche vorkämen — gerade keimfähig sind. Die mit **Co-W** identische Gruppe trat in **Co-St** unter 6 überhaupt geprüften Einspormyzelien 4mal, in **Co-St"** unter 6 isolierten Einspormyzelien 3mal auf. Man müßte diese Unwahrscheinlichkeit daher direkt gehäuft annehmen! 4. Traten weder bei **Co-St** noch bei **Co-St"** drei Haplontengruppen zutage, wie es notwendigerweise zu folgern wäre, wenn die eine durch „Verunreinigung" hervorgerufen sein sollte. Wenn man auf die eine gekeimte Spore von Co-Ha schon nicht allzuviel Gewicht legen will, so erscheint die Identität einer Haplontengruppe in Co-W und Co-St (bzw. Co-St") völlig sichergestellt.

Dieses Schema wird dem Kombinationsergebnis von Tab. Nr. 17 in allem gerecht. — Für die Konstellation A_1 innerhalb der Variationskurve der „Multiplen“ scheint eine besondere Vorliebe zu herrschen, wenn man nicht hierfür einen — absonderlichen — Zufall verantwortlich machen will. In eine gewisse Parallele mit diesem Befunde lassen sich die Angaben KNIEP's (IX, p. 181—182) über Mutationen der „Geschlechtsfaktoren“ bei *Schizophyllum commune* stellen. Unter zwölf mutierten A-Faktoren in einem Experiment stimmten elf Mutanten miteinander überein, so daß KNIEP vermutet, „daß gewisse genotypische Änderungen (Sprünge) sich besonders leicht wiederholen“. In vorliegendem Falle ist, da Fruchtkörper in der Kultur nicht gebildet werden, nichts darüber auszusagen, ob *C. comatus* in seinem kopulationsbedingenden Faktor relativ leicht mutiert wie *Schizophyllum commune* oder aber starr an den einmal vorhandenen kopulationsbedingenden Genen festhält, wie dies für *C. fimetarius* im IV. Abschnitte gezeigt werden wird. Jedenfalls aber ist es wahrscheinlich, daß die Art *C. comatus* zumindest zu einem gewissen Zeitpunkte in seinem Faktor A mutationsfähig war und die Zahl der Allelomorphen auf jene Vorgänge zurückzuführen sind. In diesem Sinne läßt sich daher das häufigere Auftreten des Haplontentypus A_1 bei *C. comatus* mit den „übereinstimmenden Mutanten“ bei *Schizophyllum commune* gleichstellen. —

Aus diesem, für *C. comatus* ausgeführten Falle lassen sich zusammenfassend folgende allgemeine Sätze ableiten: Fruchtkörper heterothallischer Arten desselben natürlichen Standortes, auch in äußerster Nähe voneinander erwachsen, müssen nicht aus demselben Schnallenmyzel hervorgegangen sein, d. h. sie müssen genetisch, hinsichtlich der kopulationsbedingenden Faktoren der Haplonten, nicht identisch zusammengesetzt sein. Fruchtkörper verschiedener Herkunft sind in dieser Hinsicht zumeist auch genetisch verschieden („geographische Rassen“), doch kann ein und derselbe Haplontentyp als Baustein in Fruchtkörpern sehr weit entfernter Standorte wiederkehren. Irgendeine abgrenzende Voraussage über die genetische Konstitution eines Fruchtkörpers im Vergleiche zu einem anderen nur auf Grund des Standortes abzugeben, ist daher nicht möglich. Erst Analyse der Haplonten und das Kombinationsexperiment führen hier zu einem Resultate.

Die Kernverhältnisse von *C. comatus* bieten nichts von Interesse. Die Spore keimt, ähnlich wie bei *C. sterquilinus*, zu einem vielkernigen Keimmyzel, das jedoch allein gezogen stets auf diesem Stadium verbleibt. Bei Kopulation zweier entgegengesetzt

geschlechtlicher Myzelien entsteht ein völlig normales, paarkerniges Schnallenmyzel. Zwei Umstände sind jedoch bei *C. comatus* bemerkenswert. Während sich z. B. bei *C. fimetarius* (vgl. IV. Abschn.) die durch eine solche Kopulation erzielte Paarkernigkeit durch die ganze bereits vorhandene Myzelmenge mit unglaublicher Schnelligkeit fortpflanzt — es müssen dort ähnliche Verhältnisse (sekundäre Wandauflösungen usw.) walten, wie sie von W. Lehfeldt (I) bei der rückläufigen Schnallenbildung von *Corticium serum* beobachtet wurden — fehlt bei *C. comatus* eine solche rückläufige Schnallenbildung vollkommen. Die bereits bestehenden Haplomyzelien der Kombinationspartner bleiben in ihrem Zustande, nur an ihrer Vereinigungsstelle entsteht, hauptsächlich als Lufthyphen, Schnallenmyzel, das, mit bloßem Auge (vgl. S. 44) erkennbar, durch seine größere Wachstumsintensität die haploiden Partien überwächst, den Rand der Kombinationskultur gewinnt und von da an ganz ausschließlich den Zuwachs der Kultur besorgt.

Trotz der Bildung von starkem Luftmyzel scheint daher *C. comatus* sehr geeignet zur Beobachtung der Anastomose und der Bildung der ersten Schnalle. Eine Reihe noch ungeklärter Fragen, die sich daran knüpfen, sollen daher zu einem späteren Zeitpunkte an diesem Objekte verfolgt werden.

C. comatus gehört weiterhin zu jener Gruppe von Basidiomyzeten, deren Schnallenmyzel bei submerser Kultur (flüssiger Pferdemistdekoktnährboden) wohl paarkernig bleibt, aber keine Schnallen mehr bildet. Ebenso verhalten sich die im Agar erwachsenen Paarkernhyphen. Diese schon von Kniep (VI) an anderen Basidiomyzeten experimentell geprüfte Erscheinung, wirft in Zusammenhalt mit den eigentümlichen Kernverhältnissen bei *C. narcoticus* und *C. stercorarius* und ihrem zähen Festhalten an der — scheinbar sinnlosen — Schnallenbildung bei submerser Kultur ein eigentümliches Licht auf die „Bedeutung der Schnallen“ bei den Hymenomyzeten, worauf noch im VI. Abschnitt zurückgekommen werden soll.

3. *Coprinus velaris* Fries.

Massee l. c. Nr. 163, S. 180. Ricken l. c. Nr. 217, S. 65.

Dieser nur orientierend untersuchte Pilz ist nach den folgenden knappen Versuchsergebnissen jedenfalls eine heterothallische, schnallenbildende Art, die anscheinend bloß zwei Haplontengruppen aufweist, sich also wie *C. Friesii* und *C. comatus* gemäß dem „Zweierschema“ verhält.

Da von der Art nur Sporen eines Standorts vorlagen und das Schnallenmyzel überdies auf den gebotenen Substraten nicht zur Fruchtkörperbildung gelangt, wurde über einen ersten orientierenden Versuch nicht hinausgegangen.

Versuchsmaterial: Der kleine Pilz wurde am 9. 9. 1923 von Herrn Prof. Lohwag auf einem Waldwege bei Mirbich im Burgenland (Österreich) gefunden, bestimmt und getrocknet.

Orientierungsversuch: Am 25. 10. 1923 wurden die Sporen eines Hutes in üblicher Weise auf Pferdemistagar angebaut. Am 26. 10. nachm. Keimungsbeginn; am 27. 10. bereits 20 proz. Keimung. Es werden 12 Einspormyzelien isoliert. Die Einspormyzelien entwickeln sich stark auf und im Pferdemistagar; sie bilden kein Luftmyzel. Schnallen sind keine aufzufinden, wohl aber in gleichalten Mischkulturen. Die Kombination (1. 11.) von 10 Einspormyzelien (Vel/1 bis Vel/10) in sämtlichen möglichen Paarungen ergab folgende Gruppierung nach dem Zweierschema:

I. Gruppe: Vel/1, 2, 4, 5, 8, 9, 10 = **7** Stück,
II. Gruppe: Vel/3, 6, 7. = **3** Stück.

Vereinzelte Abweichungen bei der ersten Kombination bestätigten sich bei einer Nachprüfung vom 16. 11. nicht — die Wiederholungen fielen so aus, wie es gemäß dem Zweierschema vorauszusagen war.

Die Kernverhältnisse im Myzel wurden nicht untersucht.

4. *Coprinus deliquescens* (Bull) Fr.

Massee, l. c. Nr. 151, S. 177—178. Ricken, l. c. Nr. 204, S. 62.

Lange, l. c. S. 49, hält ihn nach Cooke's Abbildung für in vielem gemeinsam mit manchen Formen von *C. atramentarius.*

Ende Juni 1924 wurden drei große, *C. atramentarius*-ähnliche Fruchtkörper (nur ohne ringförmig-knotigen Absatz am Stiel) mit schwach beflockter Hutoberfläche in der Umgebung von Wien an Pappelstümpfen gesammelt und von Herrn Prof. Schiffner bestimmt.

Am 25. 6. werden die Sporen eines Fruchtkörpers angebaut, am 26. 6., da die Keimung rasch und gut (100 Proz.) erfolgt, **21** Einspormyzelien isoliert.

Die Einspormyzelien gedeihen auf dem Nährboden üppig, bleiben jedoch schnallenlos, während in der gleichalten Mischkultur Schnallenmyzel feststellbar ist. *C. deliquescens* ist demnach eine schnallenführende, heterothallische Art. Die Kombination von 15 Einspormyzelien untereinander in allen möglichen Paarungen

ergibt, daß nur zwei Haplontengruppen (11 : 4) auftreten, also Heterothallie nach dem Zweierschema vorliegt.

Wie bei *C. comatus* zeigte sich auch hier, daß erst relativ alte Haplonten miteinander kopulieren, daß das Schnallenmyzel langsam und nur in der Anastomose-Zone auftritt, also keine rückläufige Schnallenbildung erfolgt. Unstimmigkeiten traten nur insofern einige (3) auf, als bei Paarungen die erwartungsgemäß hätten kopulieren sollen, keine Schnallen zu finden waren [geschwächte Keimmyzelien? Défaillance séxuelle nach Vandendries (II, III)?].

5. Eine weitere *Coprinus*-Art.

Herbst 1923 wurde im Walde bei Baden (Niederösterreich) von Prof. Lohwag eine *Coprinus*-Art gesammelt, die in Fruchtkörper, Gestalt und Größe der Sporen eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem unter 2. behandelten *C. Friesii* Quel. zeigte. Die trotz kärglicher Sporenkeimung durchgeführten Orientierungsversuche ergaben, daß der Pilz ebenfalls eine schnallenbildende, nach dem Zweierschema heterothallische Form sei. Die Kombination eines Einspormyzels mit Testern von *C. Friesii* (X^I-Rasse) führt jedoch nicht zur Schnallenbildung, die beiden Partner wachsen vielmehr ziemlich gleichmäßig nebeneinander. Der Pilz ist daher sicherlich nicht *C. Friesii* selbst, von dem er sich auch durch dicht ockerbraune Velumbekleidung der jungen Fruchtkörper (statt weißfilzig), durch ringförmig geschichtetes Wachstum der Einspormyzelien (Hemmungswirkung des Tageslichtes wie bei *C. narcoticus*) und durch andere Nährbodenbedürfnisse bei der Fruchtkörperbildung unterscheidet, wohl aber scheint er eine sehr nahe verwandte Art zu sein; vielleicht handelt es sich um *Coprinus tigrinellus* Boud.

IV. Abschnitt.

Schnallenbildende Arten mit zwei Sterilitätsfaktoren.

(Heterothallische Arten nach dem Viererschema.)

1. *Coprinus fimetarius* (L.)

[= *C. radiatus* (BOLT) gewisser Autoren].

MASSEE, l. c. Nr. 87, S. 162. RICKEN, l. c. Nr. 187, S. 58 und Nr. 196, S. 60, LANGE, l. c. Nr. 10a—11, S. 41.

Versuchsmaterial: *C. fimetarius* ist ein hauptsächlich auf Pferdemist ungemein häufiger und verbreiteter Pilz. Innerhalb von zwei Jahren wurde frischer Mist in Berlin (aus verschiedenen Stallungen und Proben aus dem Zoologischen Garten), in Hamburg, in Wien und in Tirol unter Glocken ausgelegt, und niemals wurden seine charakteristischen Fruchtkörper, die in etwa 4 Wochen erscheinen, vermißt.

Je nach Feuchtigkeit, Nährstoffgehalt und Konkurrenz mit anderen Organismen entwickelte sich die Art in einzelnen, mächtigen Fruchtkörpern mit Hüten von 2—4 cm Spannweite oder in einer Unzahl kleiner (6 mm Spannweite), gebrechlich-hinfälliger, aber völlig normal sporender Fruchtkörper. Durch geeignete Kulturbedingungen kann man eine isolierte Linie bald in der einen, bald in der anderen Form zur Fruchtkörperbildung bringen; es handelt sich also um eine klare Milieumodifikation. Die Form mit den winzigen Fruchtkörpern wird andauernd als *C. radiatus* (BOLT) beschrieben. Die Ansicht von LANGE und früherer Autoren (vgl. RICKEN, l. c. Nr. 196), daß es sich hierbei bloß um eine Zwergform von *C. fimetarius* (nicht von *C. stercorarius*!) handelt, konnte also experimentell bestätigt werden [1]). Nicht hierher gehörig ist hingegen der *C. radiatus* von MASSEE (l. c. Nr. 130, S. 172), der ja eine ganz andere Art, als der *C. radiatus* von KARSTEN, SCHRÖTER, RICKEN und LANGE ist.

C. fimetarius diente infolge seines besonders guten Gedeihens in steriler Kultur und der fast unbegrenzten Möglichkeit, „Standorts-

[1]) BULLER (III) gelangt schon 1922 auf Grund ganz ähnlicher Versuche („Dwarf fruit-bodies") zu der gleichen Ansicht, nur setzt er überdies *C. fimetarius* gleich *C. lagopus* (vgl. Diskussion des Verf. S. 94), so daß er *C. radiatus* (BOLT) als Zwergmodifikation von *C. lagopus* bespricht.

rassen" von ihm zu erhalten, als Hauptversuchsobjekt zur Aufklärung des in diesem Abschnitte behandelten Heterothallie-Typus und der Standortsrassen überhaupt.

Das erste Sporenmaterial (vgl. Fig. 3, 1), das analysiert wurde, stammte nicht von einem Fruchtkörper, sondern war eine Sporenmischung von (wie sich später herausstellte) drei verschiedenen Fruchtkörpern, die auf derselben Mistprobe unter einer Glasglocke am 14.—16. 11. 1922 aufgekommen waren und gemeinsam zum Absporen gebracht wurden, was späterhin stets vermieden blieb. Die Sporenmischung wurde mit 16 (M) bezeichnet.

Im Vorversuche, Dezember 1922, zeigte sich, daß 12 isolierte Einspormyzelien stets schnallenlos erwuchsen und so verblieben, während gewisse Kombinationen unter ihnen zur Bildung von Schnallenmyzel führten.

C. fimetarius ist demnach eine schnallenführende, heterothallische Art, wie ja schon Bensaude (I, II) 1917—18 feststellte und Kniep (VIII) gelegentlich bestätigen konnte. Zur näheren Analyse wurden 2 Einspormyzelien, 16-A und 16-C, weiterhin schlechtweg als A und C bezeichnet, die miteinander Schnallenmyzel bildeten, auf sterilem, feuchtem Pferdemist kombiniert. Die am 13. 1. 1923 auftretenden reifen Fruchtkörper wurden mit **Be** bezeichnet.

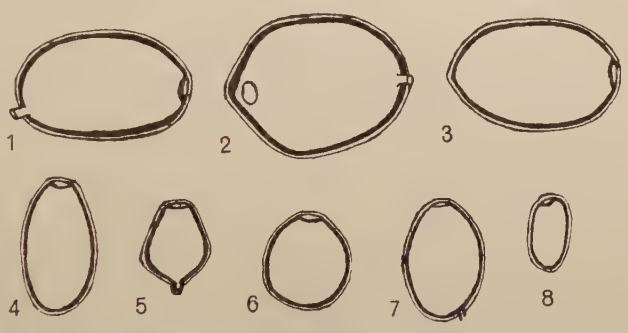


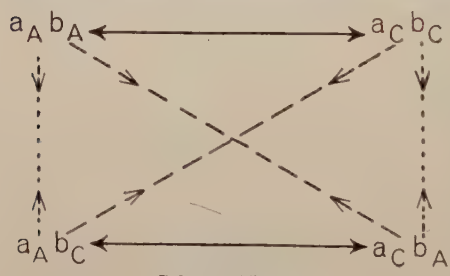
Fig. 3. Sporen mit Epispor (Vergr. 1500) von:

1	*Coprinus fimetarius,*	5	*Coprinus micaceus,*
2	„ *niveus,*	6	„ *ephemeroides,*
3	„ *picaceus,*	7	„ *ephemerus,*
4	„ *lagopus,*	8	„ *radians.*

Analyse von **Be**. Am 14. 1. 1923 werden von zwei Fruchtkörpern der Kombination Be (= A × C) je 40 Einspormyzelien isoliert. Herangewachsen, werden sie am 19.—22. 1. mit den beiden Eltern A und C rückkombiniert. Es treten hierbei drei verschiedene Gruppen auf: solche Haplonten, die nur mit **A**, solche, die nur mit **C**, und solche, die weder mit A noch mit C kopulieren („Neutrale"), wie folgende Übersicht zeigt:

Unter	kopulieren mit **A**:	kopulieren mit **C**:	sind „neutral“ (mit beiden Eltern keine Kopulation):
38 Einspormyz. von Be_1	11	9	18
36 „ „ Be_2	7	9	20
Zusammen: unter **74 Be**-Haplonten	**18** (= 24,3 Proz.)	**18** (= 24,3 Proz.)	**38** (= 51,3 Proz.)

Es kann sich demnach nicht, wie in den bisher untersuchten Fällen (III. Abschnitt) um eine einfache Heterothallie nach dem Zweierschema handeln. Die beiden Elterntypen spalten nur zu je 25 Proz. heraus[1]), genau wie in dem einfachsten MENDEL'schen Dihybridenschema. Die 50 Proz. „Neutrale“ erweisen sich nun nicht als einheitliche Gruppe. Unter 17 (von den 38 vorhandenen) daraufhin untersuchten Neutralen kopulierten 8 untereinander gleichwertige mit den übrigen 9, die unter sich ebenfalls gleich waren. Offensichtlich wird das Verhalten der Haplonten bei *C. fimetarius* durch zwei kopulationsbedingende Faktoren bestimmt. Bei der Reduktionsteilung können in gleicher Wahrscheinlichkeit entweder die beiden Elternkombinationen oder aber das Paar der „Neutralen“ (der „haplomiktischen“ im Sinne PASCHER's) entstehen. *C. fimetarius* verhält sich daher genau so, wie dies KNIEP (VII, VIII) bei *Aleurodiscus polygonius* und *Schizophyllum commune*, ZATTLER (I) bei *Collybia velutipes* gefunden und insbesondere bei ersterem eingehend analysiert hat. *C. fimetarius* folgt also dem Viererschema, das sich für den vorliegenden Fall — die Eltern als $\mathbf{a_A b_A}$ bzw. $\mathbf{a_C b_C}$, die Zygote daher als $\mathbf{a_A a_C b_A b_C}$ angenommen, folgendermaßen formulieren läßt (Schema Nr. 5):



Schema Nr. 5.

Analyse von **Be-F_1**: Ein miteinander kopulierendes Paar von „Neutralen“ (haplomiktischen) Be-Haplonten, und zwar Be/7 und Be/12, wird am 14. 3. auf sterilisiertem Pferdemist kombiniert. Von den Sporen des ersten Fruchtkörpers (Be-F_1) kommen am

[1]) Nicht immer erhält man bei relativ so kleinen Zahlen mit der Theorie derart weitgehende Übereinstimmung. In einem zweiten, hier nicht näher behandelten Versuche wurden unter 53 Haplonten **15** (= 28,3 Proz.) mit dem einen Elter, **16** (= 30,2 Proz.) mit dem anderen Elter und **22** (= 41,5 Proz.) Neutrale gefunden. Die Abweichung liegt noch immer innerhalb des 3fachen mittleren Fehlers.

10. 4. 18 Einspormyzelien, Be-F_1/1—Be-F_1/18 zur Isolierung. 15 Be-F_1 Haplonten werden nun, wie Tab. Nr. 18 zeigt, in sämtlichen möglichen Paarungen untereinander kombiniert.

Tabelle Nr. 18.

Be-F/$_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+!	—
2	+	—	+	—	+	—	—	—	—	+	—	+	+	—	+
3	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	-	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—
5	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	+	—	+	—	+	—	—	—	—	+	—	+	+	—	+
7	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—
9	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
10	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
12	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	+!	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
15	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die drei restlichen Haplonten Be-F_1/16—18 werden nur gegen Tester geprüft. Es ergeben sich demnach erwartungsgemäß vier Haplontengruppen, und zwar:

I. Gruppe: Be-F_1/1, 3, 5, 10, 12, 13, 15 = 7 Stück } +
II. „ Be-F_1/2, 6 = 2 Stück }
III. „ Be-F_1/4, 8, 16, 17, 18 = 5 Stück } +
IV. „ Be-F_1/7, 9, 11, 14 = 4 Stück }

Vertreter dieser vier Haplontengruppen Be-F_1/1, Be-F_1/2, Be-F_1/8 und Be-F_1/7 werden nun zur Identifizierung mit den Eltern (Be/7 und Be/12) und den Großeltern A und C kombiniert:

Tabelle Nr. 19.

Bezeichnung	× Be/7	× Be/12	× A	× C	Ist daher
Be-F_1/1	+	—	—	—	= Be/12
Be-F_1/2	—	+	—	—	= Be/7
Be-F_1/8	—	—	+	—	= C
Be-F_1/6	—	—	—	+	= A

Wie aus der obenstehenden Übersicht (Tab. Nr. 19) hervorgeht und wie es auch theoretisch zu erwarten war, sind die vier herausgespaltenen Haplontengruppen von Be-F_1 nichts anderes als wie die Eltern (Be/12 und Be/7) und die Großeltern C und A. Außer diesen 4 Typen tritt nichts Neues auf.

Bei genauer Durchsicht der Tab. Nr. 18 wird man erkennen, daß sie eine Unstimmigkeit enthält. **Be-F_1/1×14** war + (bildete Schnallen), wiewohl gemäß des Viererschemas (und des sonstigen Verhaltens) keine Kopulation zu erwarten gewesen wäre. Es wurde daher einerseits das entstandene Schnallenmyzel **Be-F_1/1×14** zur Fruchtkörperbildung (**Be-F_2**) auf sterilisierten Pferdemist überimpft, andererseits die Kombination Be-F_1/1×Be-F_1/14 mit den noch vorhandenen Stämmen sechsmal wiederholt, ohne daß jedoch auch nur eine Schnalle aufgetreten wäre. Die „Durchbrechungskopulation" konnte daher nicht mehr reproduziert werden. Eine Diskussion und Deutung dieses merkwürdigen Falles soll erst später (S. 68) gemeinsam mit 10 weiteren derartigen Fällen gegeben werden. Hier sei nur noch die

Analyse von **Be-F_2** in Kürze angefügt. Das Schnallenmyzel der genannten Durchbrechungskopulation bildete neun abnorme, sitzengebliebene (keine Stielstreckung) Fruchtkörper, wie sie sonst niemals (unter hundert von Kulturen, vgl. S. 65) beobachtet wurden. Der erste von ihnen kommt am 28. 5. zum Sporen. Die Sporen werden sofort angebaut und am 30. 5. 42 Einspormyzelien isoliert. Die Keimung verläuft normal. Bei der dritten Kontrolle am 5. 6. zeigt sich bei Be-F_2/1—Be-F_2/42 ganz deutlich ein merkwürdiges Verhalten, wie es bei der Aufzucht der übrigen 660 Einspormyzelien von *C. fimetarius* im Laufe der Versuche niemals beobachtet werden konnte.

Von den 42 Haplonten (Be-F_2/1—42) waren nämlich am 5. 6. 22 Einspormyzelien normal gleichmäßig entwickelt, 16 Einspormyzelien wuchsen sehr langsam, teilweise geradezu kümmerlich, 4 Einspormyzelien hatten das Wachstum bereits eingestellt und waren abgestorben. — Da von den kümmerlich wachsenden Haplonten im Verlauf noch 4 weitere zugrunde gingen, konnten nur 34 Einspormyzelien (Be-F_2/1—34) teilweise untereinander in allen möglichen Paarungen, teilweise mit den so erhaltenen Testern kombiniert werden. Es treten wiederum vier Haplontengruppen auf (was die Möglichkeit, daß sporende haploide Fruchtkörper vorlagen,

bereits ausschließt), im Zahlenverhältnisse 10 : 8 : 13 : 3 [1]), die bei Identifizierung sich als nichts anderes erweisen als die 4 Haplontengruppen von Be-F_1, d. h. es kommen die Großeltern Be/7 und Be/12 und die Urgroßeltern A und C zum Vorschein.

Der aus einer Durchbrechungskopulation — illegitim — entstandene Diplofruchtkörper Be-F_2 zeigt demnach verschiedene auffällige, sonst nie beobachtete Korrelationsstörungen (keine Stielstreckung, kümmerliche Keimmyzelien, die besonders eine Haplontengruppe betreffen), bietet jedoch genetisch nichts Neues (kein Mutant, kein teilweiser Homozygot) gegenüber den normalen, absolut-heterozygoten Fruchtkörpern dieser reinen Linie (Be-F_2 = Be-F_1!). —

Weitere Haplonten aus der Sporenmischung 16 (M). Aus 16 (M) werden drei weitere neue Haplontentypen herausanalysiert, und zwar 16-F und 16-K, kurz als F bezeichnet, 16-H und 16-G, kurz als H bezeichnet, und 16-P, gleich P. 16-B, 16-D, 16-E und 16-I hingegen verweisen sich als identisch mit 16-C (C).

Das gegenseitige Verhalten dieser fünf verschiedenen Haplontentypen (die, wie aus dem Folgenden noch klarer ersichtlich sein wird, von drei verschiedenen Fruchtkörpern stammen müssen) ist in Tab. Nr. 20 wiedergegeben.

Tabelle Nr. 20.

16 (M)	A	C (= B, D, E, I)	F (= K)	H (= G)	P
A	−	+	+	+	+
C (= B, D, E, I)	+	−	+	+	+
F (= K)	+	+	−	+	+
H (= G)	+	+	+	−	+
P	+	+	+	+	−

„Jede Haplontengruppe kopuliert mit jeder — nur mit sich selbst nicht.“ Auch bei *C. fimetarius* gibt es daher, wie dies schon für *C. Friesii* und *C. comatus* festgestellt wurde, „geographische Rassen“, deren kopulationsbedingende Faktoren sich wie multiple Allelomorphe verhalten.

[1]) Die drei Einspormyzelien der vierten Haplontengruppe gehörten zu den kümmerlichsten der Keimmyzelien, die eben noch kombinationsfähig wurden. Die acht zugrunde gegangenen Einspormyzelien dürften sehr wahrscheinlich größtenteils oder insgesamt eben dieser Haplontengruppe angehört haben.

Näher soll auf diese Verhältnisse weiter unten (vgl. S. 69) eingegangen werden.

Analyse von **16-F×P.** Um die Häufigkeit der bisher nur in einem Falle beobachteten, „Durchbrechungskopulationen" feststellen zu können, wurden von einem Fruchtkörper F×P am 16. 2. 65 Einspormyzelien isoliert, hiervon 26, FP/1—FP/26 am 12. 3. in relativ noch jungem Zustande (da inzwischen einmal überimpft!) untereinander in sämtlichen möglichen 325 Paarungen kombiniert, wie Tab. Nr. 21 veranschaulicht.

Es ergeben sich demnach zunächst die vier Haplontengruppen, und zwar:

I. Gruppe: FP/1, 3, 8, 15, 17, 18, 24 } + = **7** Stück
II. „ FP/5, 10, 11, 13, 14, 25, 26 } + = **8** „
I. = F wie durch Rückkombination festgestellt
II. = P „ „ „ „
III. Gruppe: FP/9, 12, 20, 21, 22 } + = **5** Stück
IV. „ FP/2, 4, 6, 7, 16, 19, 23 } + = **7** „
III. = } die beiden haplomiktischen Gruppen zwischen F und P.
IV. = }

Unstimmigkeiten (in der Tab. Nr. 21 mit! kenntlich gemacht), sog. „Durchbrechungskopulationen" sind folgende aufgetreten: FP/**2×11**, **2×26**, 4×10, 7×14, **9×18**, 10×19, **14×19**, **16×18**. In drei Fällen wären Verunreinigungen bzw. Versuchsfehler, der ganzen Situation nach, nicht unbedingt auszuschließen, und zwar bei 4×10, 7×14 und 10×19. Es verbleiben daher noch 5 sichere „Durchbrechungskopulationen", unter 241 Kombinationen, die dem Viererschema entsprechend hätten schnallenlos (—) bleiben sollen. Der Durchbrechungsprozentsatz in diesem — wohl sehr günstigen — Falle ist demnach **2 Proz.** Eine Diskussion und kritische Deutung dieser Vorkommnisse soll erst bei der Analyse von W (vgl. S. 68) zusammenfassend erfolgen.

Die Wiederholung der Kombinationen 2×11, 9×18 und 16×18 auf sterilisiertem Pferdemist bestätigte nicht die Durchbrechung, verlief vielmehr gemäß dem Viererschema schnallenlos und ohne sporende, normaldiploide Fruchtkörper.

Über den Rhythmus in der Entstehung diploider Fruchtkörper. Die in Tab. Nr. 20 angeführten und hinsichtlich ihres gegenseitigen Verhaltens gekennzeichneten Haplonten wurden mit Ausnahme von P (also 16-**A**—**K**) am 14.—15. 1. 1923 in gleichgroßen Kolben, beschickt mit der gleichen Menge von sterilisiertem Pferdemist in sämtlichen möglichen 45 Kombinationen gepaart.

Tabelle Nr. 21.

16-FP/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	|	|	|	|	+	|	|	|	|	+	+	|	+	+	|	|	|	|

Zwölf Kombinationen sollten erwartungsgemäß schnallenlos und frei von normalen Diplofruchtkörpern bleiben. Dies traf auch in der Tat zu. Die Luftmyzelien der auf dem Substrat wuchernden beiden Impfpartner zeigen in einigen Fällen eine so starke Abstoßung, daß zwischen ihnen eine wie mit dem Lineal gezogene Rille zu sehen war. In den nicht kopulierenden Kombinationen wurden bloß haploide Fruchtkörper gebildet; schon bei dieser geringen Versuchszahl zeigte sich, daß die einzelnen Myzelien hierzu verschieden große Neigung und Fähigkeit besaßen. Formal vollkommene, halbgestreckte, aufspannende, aber ganz sporenlose Fruchtkörper bildeten nur A und B; die der anderen waren weniger entwickelt [1]).

In den übrigen 33 Kombinationen traten normale, sporende, diploide Fruchtkörper in folgender Reihenfolge auf (Tab. Nr. 22).

Es zeigt sich demnach — trotzdem die Ernährungs- und Feuchtigkeitsbedingungen der Kulturserie doch nur annähernd die gleichen waren, — ein mit fast mathematischer Präzision festgehaltener Rhythmus zwischen 1., 2. und 3. Fruchtkörpergeneration, eine Erscheinung, die auch bei *C. ephemerus* beobachtet wurde. Der Rhythmusintervall beträgt hier fünf bis sechs Tage. Da die Stielstreckung kurz vor dem Aufspannen immer bei Nacht, das Sporenstreuen daher am frühen Morgen erfolgt, sind Fruchtkörper, die sich nur etwas „verspäten", gleich um einen vollen Tag zurückgeworfen.

Analyse einzelner Fruchtkörper.

Um sicherzustellen, daß auch die spontan in der Natur vorkommenden Einzelfruchtkörper von *C. fimetarius* dem Viererschema folgen, also viererlei Haplonten innerhalb ihrer Sporennachkommenschaft aufweisen, wurden noch drei Fruchtkörper (T, Ha, W) von verschiedenen Standorten (Tirol, Hamburg, Wien) eingehender untersucht.

a) Analyse von T. Ein Fruchtkörper vom 4.2. 1923 auf Pferdemist aufgekommen, aus Kirchbichl in Tirol. 25 isolierte Einspormyzelien werden teils untereinander in allen möglichen Paarungen (14 Einspormyzelien), teils gegen die so gewonnenen Gruppentester (die restlichen 9 Einspormyzelien) kombiniert [2]). Es ergeben sich die Haplontengruppen in den Zahlen 9 : 8 : 5 : 3. „Durchbrechungskopu-

[1]) Diese Frage wird im folgenden (vgl. S. 71) in eigenen Versuchen weiter verfolgt werden.

[2]) Die Wiedergabe der diesbezüglichen Kombinationstabellen unterbleibt aus Raumrücksichten.

Tabelle Nr. 22.

I. Fruchtkörpergeneration			II. Fruchtkörpergeneration			III. Fruchtkörpergeneration		
Datum	Es bildet reif-sporende Fruchtkörper	Die Kombination	Datum	Es bildet reif-sporende Fruchtkörper	Die Kombination	Datum	Es bildet reif-sporende Fruchtkörper	Die Kombination
7. 1.	4 mittlere	DK	1. 2.	5 kleinere	DK	7. 2.	3 mittlere	DK
8. 1.	10 kleine	BF	2. 2.	6 kleinere	BF		1 mittlerer, 3 kleine	BF
9. 1.	6 mittlere	FG	4. 2.	1 großer	FG		Am 10. 2. Versuch abgebrochen.	
	12 kleinere	FI		2 mittlere	FI			
	2 große, 1 mittere	AG		3 mittlere	AG			
	11 kleinere	IK		1 mittlerer, 3 kleine	IK			
	2 große, 1 kleiner	DF	5. 2.	3 mittlere	DF			
0. 1.	8 mittlere-kleine	AF		2 mittlere, 1 kleiner	AF			
	6 mittlere-kleine	CF		3 mittlere	CF			
	8 mittlere-kleine	HI		1 mittelgroßer	HI			
				1 mittelgroßer	GK			
1. 1.	4 mittlere	GK		4 mittlere u. kleine	AI			
	5 mittlere	AI		6 kleinere	EF			
	8 mittlere-kleine	EF						
	7 mittlere-kleine	AK	6. 2.	2 mittelgroße	AK			
. 2.	3 mittlere, 2 kleine	GI		2 mittlere	GI			
	2 große	BG		3 große-mittlere	BG			
	5 große-mittlere	EK		6 kleine	EK			
	—	—[1])	7. 2.	5 kleine	BK[1])			
	2 große	EG	8. 2.	2 mittlere	EG			
. 2.	6 mittlere	AE		5 mittlere	AE			
	6 mittlere	CG		1 großer	CG			
	7 mittlere u. kleine	EH		2 mittlere	EH			
	5 große u. mittlere	CK	9. 2.	1 mittlerer	CK			
. 2.	7 kleinere	BK		—	—[1])			
	1 großer, 4 kleinere	DG		1 großer, 1 kleiner	DG			
	3 mittlere	AG		3 mittlere	AG			
. 2.	4 mittlere, 2 kleinere	AD	10. 2.	2 mittlere	AD			
	5 mittlere	AH	12. 2.	1 großer	AH			

lationen“ zwischen dem ersten (9:8) und zweiten Haplontenpaare (5:3) werden keine beobachtet. Das reine Viererschema ist somit für **T** nachgewiesen.

b) Analyse von **HA**. Fruchtkörper aus Hamburg, zugesandt von Frl. Thume. Sporte am 3. 7. 1923; am 4. 7. werden 10 Ein-

[1]) BK bildet somit die einzige Unregelmäßigkeit in dem präzisen 5- bis 6tägigen Rhythmus.

spormyzelien Ha/1—Ha/10 isoliert und am 15. 7. in allen möglichen Paarungen miteinander kombiniert[1]). Die vier Haplontengruppen treten im Verhältnisse 4 : 3 : 2 : 1 auf. Unstimmigkeiten oder Abweichungen lassen sich hierbei nicht beobachten.

Bemerkenswert war nur, daß bei den Kombinationen Ha/6 × 4 und Ha/6 × 10 am Schnallenmyzel reichlich lange stäbchenförmige Oidien in Büscheln vorhanden waren, wie Fig. 2 B (S. 23) zeigt. Da die Oidien nicht keimten, ließ sich nicht entscheiden, ob es sich um diploide, paarkernige Oidien handelte, oder aber oidientragendes Primärmyzel durch rückläufige Schnallenbildung (vgl. III. Abschn., S. 53) erst sekundär zum Schnallenmyzel wurde, was dem Verf. wenig wahrscheinlich erscheint. — Jedenfalls war dies unter den vielen hundert mit Immersion untersuchten Myzelien von *C. fimetarius* das einzige Mal, daß ein Schnallenmyzel mit Oidien beobachtet wurde. Nach den Angaben der früheren Autoren [Brefeld (I), Falck (I), Kniep (II—VI), Bensaude (I, II) und Vandendries (I, II)] hatte man den Eindruck gewonnen, daß Oidien nur am — haploiden — Primärmyzel vorkommen können. Diese somit irrige Meinung war auch vom Verf. (Brunswik I. S. 222) ausgesprochen worden.

c. Analyse von **W**. Ein Fruchtkörper auf Pferdemist, in Wien am 23. 4. 1923 sporend. Es kommen 27 Einspormyzelien zur Isolierung. Von diesen werden W/1—W/15 in sämtlichen möglichen Kombinationen gepaart; das Ergebnis hiervon zeigt Tab. Nr. 23. Die restlichen 12 Einspormyzelien, W_{16}—W_{27} werden mit den so gewonnenen Gruppentestern W_1, W_2, W_6 und W_8 geprüft.

Es treten ebenfalls vier Haplontengruppen gemäß dem Vierererschema auf, und zwar:

I. Gruppe:	W/1, 7, 9, 25, 27	= 5 Stück	}	+
II. „	W/2, 3, 4, 5, 10, 16	= 6 „	}	
III. „	W/6, 11, 13, 18, 19, 20, 22, 24	= 8 „	}	+
IV. „	W/8, 12, 14, 15, 17, 21, 23, 26	= 8 „	}	

Das Zahlenverhältnis 5 : 6 : 8 : 8 ist noch gleichmäßiger wie bei T. Der Erfahrungssatz, daß bereits unter 8 bis 10 wahllos isolierten Einspormyzelien eines Fruchtkörpers von *C. fimetarius* alle vier zu erwartenden Haplontentypen vorhanden sind, bestätigt sich hier neuerdings. Dies weist auf die völlige physiologische Gleichwertigkeit der vier Haplontengruppen bei der Keimung usw. in

[1]) Die Wiedergabe der diesbezüglichen Kombinationstabellen unterbleibt aus Raumrücksichten.

diesem Falle hin, im Gegensatz zu den Beobachtungen Kniep's (III) bei *Aleurodiscus polygonius*.

Tabelle Nr. 23.
12. 5. 1923. Kontrolle 16. 5. 1923.

W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−	±
2	+	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−
3	+	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−
4	+	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−
5	+	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	+ (+) Ps.	−	+ (+) Ps.	−
6	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	+	+
7	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−
8	−	−	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	+	−	−
9	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−	±
10	+	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−
11	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	+	+
12	−	−	−	−	+ (+) Ps.	+	−	−	−	−	+	−	+	−	−
13	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	+	+
14	−	−	−	−	+ (+) Ps.	+	−	−	−	−	+	−	+	−	−
15	±	−	−	−	−	+	−	−	±	−	+	−	+	−	−

Wie aus Tab. Nr. 23 ersichtlich, traten bei der ersten Kombination (12. 5) **vier** „Durchbrechungskopulationen“ auf, und zwar waren W/1 × 15, W/5 × 12, W/5 × 14 und W/9 × 15 + (Schnallenbildung) statt —. Bereits am 17. 5. wurden daher die vier unstimmigen Paarungen je dreimal wiederholt. W/1 × 15 und W/9 × 15 kopulierten in allen drei Paarungen nicht mehr und blieben vollkommen schnallenlos; eine Bestätigung der „Durchbrechungskopulation“ erfolgt also ebensowenig wie im Falle Be-F_1/1 × 14 (= Be-F_2, vgl. S. 60) und beim Fruchtkörper FP (vgl. S. 62). Bei W/5 × 12 und W/5 × 14 traten in den Wiederholungen eigentümliche „Pseudoschnallen“ auf (vgl. Fig. 2S, S. 28), junge Auszweigungen an den Zellwänden, die sich, rückwärts krümmend, an die Nachbarzelle anlegen, scheinbar aber keine Verbindung mit dieser eingehen. Derartige „Pseudoschnallen“ (Ps.) wurden schon von Vandendries (II) bei *Paneolus* gesehen, vom Verf. auch bei *C. picaceus* (vgl. S. 85) häufiger beobachtet. Wiewohl dieses Pseudoschnallen-

myzel ursprünglich für keine gelungene + Kopulation gelten konnte, wurde es doch vorsichtshalber auf sterilen Pferdemist überimpft (3. 6. 1923). In einer der Kulturen, in W/5 × 14 entstanden aber dennoch völlig normale Fruchtkörper, und zwar ein kleiner am 23. 6., ein sehr großer am 24. 6. aufspannend. Die Sporen beider wurden für eine spätere Analyse aufgefangen.

Die „Durchbrechungskopulationen" W/5 × 12 und W/5 × 14 sind demnach die einzigen der bei *C. fimetarius* aufgetretenen Unstimmigkeiten, bei denen eine nochmalige Wiederholung in bereits abgeschwächter Form (W/5 × 12; Pseudoschnallen) oder vollkommen (W/5 × 14; sporende Fruchtkörper) gelang.

Wie im Falle Be-F_1/1 × 14 und FP lassen sich diese merkwürdigen Durchbrechungen folgendermaßen diskutieren:

1. Die in Betracht kommenden Haplomyzelien W/1, W/5, W/12, W/14, W/15 (ebenso Be-F_1/1 und Be-F_1/14) waren sicherlich wahre Einspormyzelien und nicht Mischmyzelien zweier miteinander nicht kopulierender Haplonten verschiedener Gruppen. Denn sonst müßte sich das abnorme Verhalten eines solchen Myzels nicht bloß gegenüber einem (oder zwei) bestimmten Myzelien, sondern gegenüber einer ganzen Haplontengruppe äußern. Dies ist, wie Tab. Nr. 18, 21 u. 23 zeigten, nicht der Fall. Ebenso müßten, falls diese Deutung richtig wäre, die Wiederholungen der „Unstimmigkeiten" stets und sicher gelingen, was ebenfalls nicht den Tatsachen entspricht.

2. Das abnorme Verhalten der betreffenden Haplonten könnte in der Mutation eines der beiden kopulationsbedingenden Faktoren begründet sein. Auch in diesem Falle müßte der Mutant mit einer ganzen Haplontengruppe und nicht mit einem einzigen Haplonten irregulär kopulieren; Wiederholungen müßten stets gelingen — was beides nicht zutrifft. Auch die Analyse der Nachkommenschaft (vgl. Be-F_2) ergab keine Mutanten.

3. Zur Deutung der „Durchbrechungskombinationen" verbleiben daher nur zwei Möglichkeiten: a) man betrachtet sie als Versuchsfehler, als trotz aller Vorsicht, Genauigkeit und Kontrolle eingetretene Verunreinigungen gerade dieser Kombinationen durch Oidien, Sporen u. dgl. Diese Deutung ist die vorsichtigere, sie erklärt, warum die Wiederholung der betreffenden Durchbrechungskopulation zumeist nicht gelingt, und schafft Tatsachen, die sich dem Schema nicht fügen wollen, aus der Welt. b) Man räumt den Durchbrechungskopulationen reales Vorkommen ein, vergleichbar den bekannt gewordenen partiellen Sterilitätsdurchbrechungen bei Blütenpflanzen in der Jugend oder im Alter. — Verf. neigt zu der zweiten

Auffassung und zwar nicht so sehr deshalb, weil in den Fällen W/5 × 12 und W/5 × 14 eine Reproduktion der „Unstimmigkeit" gegen das Viererschema nach fünf Tagen ganz oder teilweise gelang, als vielmehr im Hinblick auf die bei *C. picaceus* (vgl. S. 85 ff.) gefundenen, dort viel häufigeren (25 Proz.), gesetzmäßigen und völlig sichergestellten Durchbrechungen des Viererschemas. Eine Eigentümlichkeit, die hier bloß angedeutet, ist dort (noch?) stärker und deutlich ausgeprägt.

Zusammenfassend läßt sich von *C. fimetarius* sagen: *C. fimetarius* ist heterothallisch, mit zwei völlig gleichwertigen kopulationsbedingenden, mendelnden Faktoren. Seine Haplonten verhalten sich starr nach dem Viererschema; Herabminderung der Kopulationsfähigkeit in der Nachkommenschaft eines Fruchtkörpers, kompliziertere Kopulationsverhältnisse als das Viererschema, Mutationen in den kopulationsbedingenden Faktoren, wie dies alles in dem einzigen bisher in mehreren Generationen genauer untersuchten Fall eines „Viererschemas", bei *Schizophyllum commune* (Kniep VII—IX) beobachtet wurde, konnten vom Verf. nicht gefunden werden; sie sind bei *C. fimetarius* zumindest sehr selten. Nur bei sehr jungen Einspormyzelien kann es in wenigen Fällen (unter 410 erwartungsgemäß negativ verlaufenden Paarungen 10 mal = $2^1/_2$ Proz.) zwischen bestimmten Haplontenpaaren zur Durchbrechung des Viererschemas kommen, und zwar kann sich entweder der eine oder der andere der beiden Sterilitätsfaktoren als unwirksam oder zu schwach erweisen [1]). Schon die Wiederholung dieser „Durchbrechungen" gelang nur in zwei Fällen. Benutzt man stets ältere Kulturen von Einspormyzelien zu den Kombinationen, so wird man bei *C. fimetarius* nur das reine Viererschema antreffen.

Analyse der „geographischen Rassen".

Bei acht weiteren Fruchtkörpern: Th, S, Sp, Kw, Zz, Zb, Ze, Zp, die auf Mistproben von Berlin-Dahlem und aus dem Berliner Zoolog. Garten aufgekommen waren, wurden ungefähr je 10 Einspormyzelien isoliert, diese jeweils untereinander stichprobenweise kombiniert, um so von jedem der Fruchtkörper ein miteinander kopulierendes Haplontenpaar als Tester zu gewinnen [2]). Die fünf

[1]) Bei *C. picaceus* hingegen ist nur einer der beiden Sterilitätsfaktoren in der Jugend häufig (25 Proz.) durchbrechbar, vgl. S. 87, ein Zustand, der auf seine junge Entstehung (Übergang vom Zweier- zum Viererschema) hindeuten mag.

[2]) Das zweite — haplomiktische — Haplontenpaar bietet, wie durch Überlegung und aus dem Ausfall der Generationsversuche Be, Be-F_1, Be-F_2 (vgl. S. 60) zu ersehen, genetisch nichts Neues!

verschiedenen Haplontenarten aus dem Sporengemisch 16 (M), die Testerpaare der Fruchtkörper T, HA, W sowie die der acht oben bezeichneten Fruchtkörper wurden nun schrittweise (Februar bis 30. 7. 1923) in sämtlichen möglichen Kombinationen untereinander gepaart (27 Haplonten — 351 durchzuführende Paarungen).

Tabelle Nr. 24.

Kombination von 27 Haplontentestern verschiedener Herkunft von *C. fimetarius*.

(Februar 1923 bis 30. 7. 1923.)

Fruchtkörper	Fruchtkörper	16 (M)					T		W	HA		TH		S		Sp		Kw		Zz		Zb		Ze		Zp	
	Tester Nr.	A	C	F	H	P	2	3	22	8	3	8	2	3	2	4	1	6	1	2	1	2	1	6	1	2	1	6
16 (M)	A	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	C	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	F	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	H	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	P	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T	T/2	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	T/3	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
W	W/22	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	W/8	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HA	HA/3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	HA/8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TH	TH/2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	TH/3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S	S/2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	S/4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sp	Sp/1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sp/6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kw	Kw/1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Kw/2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+
Zz	Zz/1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+
	Zz/2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+
Zb	Zb/1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+
	Zb/6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+
Ze	Ze/1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+
	Ze/2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+
Zp	Zp/1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+
	Zp/6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−

Wie aus der diesbezüglichen, zusammenfassenden Tabelle Nr. 24 ersichtlich, führten sämtliche Paarungen zur Bildung von üppigem Schnallenmyzel. Kein einziger der verwendeten siebenundzwanzig Tester glich also genetisch — in seinen kopulationsbedingenden Faktoren — dem anderen. Waren bei *C. comatus* (vgl. III. Abschn., S. 50) in einem ähnlichen Versuche unter 13 Haplontentestern verschiedener

Herkunft doch drei Tester trotz weitentfernter Standorte untereinander gleich gewesen, so offenbart sich in diesem Falle bei *C. fimetarius* eine scheinbar uferlose Fülle von genetisch verschiedenen „geographischen Rassen", deren Vertreter untereinander völlig fertil sind. Bei der weiten Verbreitung von *C. fimetarius* wäre es nämlich nach Meinung des Verf. nur eine Sache des Fleißes gewesen, die Zahl von 27 verschiedenen Testern (aus 14 verschiedenen Fruchtkörpern) um ein Vielfaches zu vermehren — falls ein derartiger Nachweis von prinzipieller Bedeutung gewesen wäre. Zur Charakterisierung der bei *C. fimetarius* (und damit bei den Hymenomyzeten) herrschenden Verhältnisse schien aber die Analyse von **27** in beiden kopulationsbedingenden Faktoren verschiedenen Haplontentestern, die innerhalb von vier Wochen — die nötigen Versuchsbehelfe vorausgesetzt — **729** genetisch verschiedene Haplonten herzustellen erlauben (27 Tester + 2 × 351 haplomiktische Typen), hinreichend zu sein. Bei Entscheidung der Frage, ob die in einer solchen Fülle von multiplen Allelomorphen vorliegenden beiden kopulationsbedingenden Faktoren als „Geschlechtsfaktoren" oder als „Sterilitätsfaktoren" aufzufassen sind (vgl. VI. Abschnitt, S. 140), wird auf dieses Versuchsergebnis zurückgegriffen werden müssen.

Analyse der Fähigkeit, Haplofruchtkörper zu bilden.

In früheren Versuchen (Be bis Be-F_2) war aufgefallen, daß gewisse Einspormyzelien besonders disponiert schienen, haploide Fruchtkörper bis zum sporenlosen Aufspannen in halbgestrecktem Zustande zu bilden, andere wiederum höchstens kümmerliche, stecknadelkopfgroße Anlagen hervorbrachten, die sich nicht weiter entwickelten. Ähnliches hat auch Vandendries (II) bei *Paneolus* beobachtet.

Die Verhältnisse sollten in einer eigenen Versuchsreihe geprüft werden. Vom Fruchtkörper **Fi** (*Coprinus fimetarius* var. *macrorrhizus*) werden am 26. 3. 1924 **85** Einspormyzelien isoliert. Am 1. 4. werden Fi/1—Fi/72, alle völlig bakterienfrei, in 72 gleichgestaltete 100 ccm-Erlenmeyerkolben geimpft, die mit sterilisiertem, unausgekochtem, angefeuchtetem (8 ccm dest. H_2O pro Kolben) Pferdemist beschickt waren. Die einzige Impfstelle wurde möglichst zentral im Kolben gewählt. Die ganze Serie verblieb bis zur Kontrolle am 30. 4. unter tunlichst gleichen Bedingungen (Temperatur, Licht, Feuchtigkeit usw.) beisammen aufgestellt, um Modifikationen auszuschalten.

Ergebnis: Von Einspormyzelien, aus denen nahezu normalgestaltete, aufspannende Haplofruchtkörper entstanden waren (Fi/64, Fi/28, Fi/27, Fi/3), über die Hauptgruppe der Durchschnitts- und Mittelformen führte diese wahrhafte Variationsreihe zu Ein-

spormyzelien mit ganz kümmerlichen oder überhaupt fehlenden Haplofruchtkörpern (Fi/20, Fi/56, Fi/17, Fi/4, Fi/51).

Um einen, wenn auch etwas subjektiven Maßstab über den Verlauf der Variationskurve zu gewinnen, wurden die 71 Einspormyzelien in 8 Typengruppen geordnet:

Gruppe	+ Varianten mit Sporen	+ Varianten	Schwächere + Varianten	Zwischenformen gegen +	Mittelformen	Zwischenformen gegen —	Schwächere — Varianten	— Varianten	Summe
Anzahl von Individuen	2 (Fi/64, Fi/28)	2 (Fi/27, Fi/3)	2 (Fi/32, Fi/7)	6	43	10	4 (Fi/17, Fi/4, Fi/51, Fi/19)	2 (Fi/20, Fi/56)	71

Trotz der Subjektivität, die in einer derartigen Gruppeneinteilung liegt, läßt sich klar erkennen, daß es sich hier um eine eingipfelige Zufallskurve (GAUSS'sche Wahrscheinlichkeitskurve) handelt [1]).

Gleichzeitig war die Zugehörigkeit der 71 Haplonten zu den 4 Haplontengruppen des Viererschemas in üblicher Weise festgestellt worden. Es zeigte sich nun gar kein Zusammenhang zwischen der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Haplontengruppe und der Fähigkeit, Haplofruchtkörper zu bilden, wie im Stillen vermutet worden war. Unter den Angehörigen einer Haplontengruppe kann man vielmehr dieselbe Variationsreihe (+ Var. → Mittelformen → — Var.), nur mit geringerer Individuenzahl, gewinnen. Auch hinsichtlich der Fähigkeit, Fruchtkörper zu bilden, verhalten sich demnach die

[1]) Die Einspormyzelien Fi/1—Fi/72 waren am 1. 4. gleichzeitig auch in Agarröhrchen als Teststämme für evtl. Wiederholungen überimpft worden. Es gewährte nun eine beruhigende Befriedigung, als bei einer nachräglichen Durchsicht dieser Agarkulturen am 2. 5. ganz dieselben Einspormyzelien sich als + Var. (Fi/64, Fi/28, Fi/27 usw.) und als — Var. (Fi/17, Fi/20 usw.) erwiesen, wie in den sterilen Mistkulturen, trotzdem der Agarnährboden der Fruchtkörperbildung nicht so weiten Spielraum läßt und die Differenzierungsmöglichkeit (quantitativer und qualitativer Art) folglich keine so große ist. Die beobachtete Variationskurve ist daher (vgl. auch den Versuch mit den Fi/28-Nachkommen) weitgehend unabhängig von Außenbedingungen und Ernährungsverhältnissen (also keine Modifikationskurve!); sie spiegelt vielmehr um einen Mittelwert schwankende „innere Bedingungen" wieder.

4 Haplontengruppen eines Fruchtkörpers (Viererschema) bei *C. fimetarius* völlig gleich. Die beobachtete Variationskurve ist somit unabhängig von den analysierbaren genetischen Unterschieden der Haplonten.

Von der einen, vereinzelt Sporen an den Lamellen tragenden + Variante, **Fi/28**, wurden die Sporen (da nicht normal abgestreut) auf den üblichen Agar abgestreift. Sie keimen rasch und gut. Es werden 20 Einspormyzelien $Fi_{28}/1$—$Fi_{28}/20$ isoliert, unter den gleichen Vorsichtsmaßregeln wie im vorangehenden Versuche (Fi/1—Fi/72) auf sterilen feuchten Pferdemist einzeln überimpft und überdies eine Mischkultur Fi_{28}/F_1 (M) in einem größeren Kolben angelegt. Kontrolle am 3. 6. 1924. Ergebnis: Alle Einzelkulturen $Fi_{28}/1$—$Fi_{28}/20$ sind vom gleichen Typus (höchstens geringe quantitative Unterschiede sind zu beobachten) und überdies auch ganz gleich der Mischkultur Fi_{28}/F_1(M). Ordnet man diesen einheitlichen Typus in die Klassifizierung des ersten Versuches ein, so muß man ihn als „schwächere + Variante" bezeichnen. Der Elterntypus (+ Var. mit Sporenbildung) ist nirgends erreicht.

Das Versuchsergebnis stimmt mit den Vorstellungen über die Vorgänge bei der Sporenbildung haploider Fruchtkörper [einfache zweimalige Kernteilung in der einkernigen Basidie, vgl. Kniep (VIII, S. 2)] gut überein. Bei dieser eigentlich ungeschlechtlichen Weise der Sporenbildung war kein anderer als wie der — evtl. abgeschwächte — Elterntypus zu erwarten (einheitlicher Klon). Indirekt aber stützt dieses gleichförmige Versuchsergebnis das Resultat des vorangehenden Versuches, indem offenbar wird, wie bei gleichen „inneren Bedingungen" (wie sie die Sporen eines Haplofruchtkörpers aufweisen) die gewählte Versuchsmethode keine durch ungleichmäßig gebliebene Außenbedingungen hervorgerufene „Modifikationen" zeitigt, daß also die Variationskurve des Versuches Fi/1 bis Fi/72 tatsächlich eine Eigentümlichkeit der Sporenmasse des Fruchtkörpers Fi bildet.

Ein Vergleich zwischen dem Fruchtkörper Fi und Fi_{28} (dieselbe reine Linie) läßt weiterhin vermuten, daß die beobachtete Variabilität der „inneren Bedingungen" für die Fruchtkörperbildung mit der Reduktionsteilung (d. h. deren in irgendeiner Hinsicht quantitativ abgestuften, richtigen Durchführung) verknüpft sein muß, da dies der einzige Unterschiedspunkt zwischen Fi und Fi_{28} ist[1]) (Beleg für die Auffassung von Sedelius?).

[1]) Andere Deutungsmöglichkeiten, Analogien mit der „phyletischen Potenz" bei *Alectorolophus*, müßten erst durch weitere Spezialversuche gestützt werden.

Experimentelle Kombination von drei verschiedenen Haplonten. — Auftreten abnormaler Fruchtkörper.

I. Im März 1923 wurden in einem Kolben (200 ccm) mit sterilisiertem Pferdemist drei voneinander völlig verschiedene Haplonten aus der Sporenmischung 16(M) [Analyse vgl. S. 61] gleichzeitig in reinem, virulent-kräftigen Zustand geimpft: A, H, C.

In der Kultur entstanden der Reihe nach folgende Fruchtkörper:

1. AHC I sporend am 14. 4. 1923
2. AHC II „ „ 15. 4. 1923
3. AHC III „ „ 20. 4. 1923
4. AHC IV „ „ 11. 5. 1923
5. AHC V „ „ 12. 5. 1923

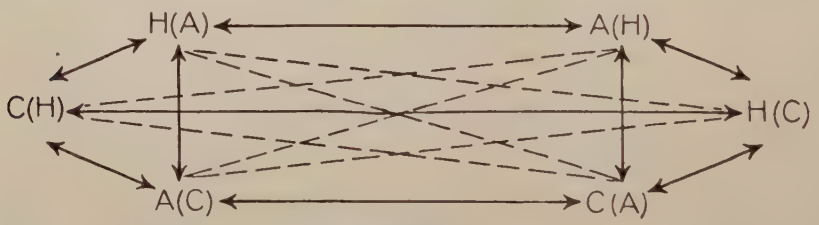
13. 5. 1923 Versuch abgeschlossen.

Die Sporen wurden in der üblichen Weise steril aufgefangen und zur Analyse aufbewahrt.

Drei Arten normaler Fruchtkörper konnten in der so geimpften Kultur eventuell erwartet werden, und zwar:

A×H mit den Haplonten H(H) H(A) A(H) A(A)
C×H „ „ „ C(C) C(H) H(C) H(H)
A×C „ „ „ A(A) A(C) C(A) C(C)

Da die homozygoten Eltern A(A), H(H), C(C) bereits vorlagen, wurden nur die sechs haplomiktischen Typen H(A), A(H), C(H), H(C), A(C) und C(A) eigens hergestellt und der Kontrolle halber miteinander kombiniert. Sie kopulierten vollkommen erwartungsgemäß (Abstoßung nur, wenn sie in einem der beiden Faktoren identisch waren)[1]), wie Schema Nr. 6 zeigt:



Schema Nr. 6.

Da mithin die neun notwendigen Tester vorlagen, konnte an die Analyse der fünf nacheinander aufgekommenen Fruchtkörper der Tripelkultur **AHC** geschritten werden.

[1]) Die Formulierung der Haplonten mit A(A), H(H) usw. soll nur ausdrücken, daß die beiden kopulationsbedingenden Faktoren in verschiedenen Chromosomen lokalisiert sein müssen. Bei Lokalisierung im selben Chromosom wäre 50 Proz. Crossingover anzunehmen!

1. Analyse von **AHC I.** Es werden von AHC I Anfang Mai 1923 **22** Einspormyzelien isoliert und diese mit den vorbereiteten Testern (s. oben) kombiniert [1]).

Von den 22 Einspormyzelien, AHC I/1—AHC I/22 erweisen sich:

2 Einspormyzelien als C(C) } + = C-Elter
9 „ „ „ H(H) } + = H-Elter
5 „ „ „ C(H) } + = { die beiden haplomiktischen Gruppen zwischen C und H.
6 „ „ „ H(C) }

Summe: 22 Einspormyzelien eines eindeutigen, normalen **H(H)** × **C(C)**-Fruchtkörpers. — **AHC I** ist somit ein HC-Fruchtkörper.

2. Analyse von **AHC II.** Es werden von AHC II Anfang Mai—12. 5. 1923 **33** Einspormyzelien isoliert und diese mit den vorbereiteten Testern, teilweise auch untereinander in allen möglichen Paarungen geprüft. Die Kombination untereinander ergibt, daß ein geschlossenes, normales Viererschema vorliegt [1]).

Bei der Kombination mit den Testern erweisen sich von den 33 Einspormyzelien AHC II/1—AHC II/33:

11 Einspormyzelien als H(H) } = H-Elter
} + = { eine der beiden möglichen haplomiktischen Gruppen zwischen **C** und **A.**
6 „ „ „ **C(A)** } =
11 „ „ „ C(H) } —
} + = { die beiden haplomiktischen Gruppen zu dem oberen Paar H(H) und C(A).
5 „ „ „ H(A) } +

Summe: 33 Einspormyzelien eines abnormalen Fruchtkörpers **H(H)C(A).**

Als Beleg möge nur die Kombination der ersten 20 Einspormyzelien AHC II/1—AHC II/20 mit den drei Elterntestern A(A), H(H) und C(C) wiedergegeben werden (Tab. Nr. 25), da darin bereits das Wesentliche und Neuartige im Verhalten dieses Fruchtkörpers zu ersehen ist.

Der Fruchtkörper AHC II ist demnach keiner der drei erwarteten, möglichen normalen Fruchtkörper (vgl. S. 74), er enthält vielmehr Gene von allen drei verschiedenen Haplonten. Er muß entstanden sein aus der Kombination H(H) × C(A) oder von C(H) × H(A). Wahrscheinlicher ist selbstverständlich das erstere, da die

[1]) Detaillierte Kombinationstabellen müssen aus Raumgründen wegbleiben.

Tabelle Nr. 25.

AHC II/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
×A(A)	+	(−)	+	+	(−)	+	+	+	+	+
×H(H)	−	(−)	−	−	(+)	−	−	−	−	−
×C(C)	+	+	−	−	−	+	−	−	+	+
Gehört daher zur Gruppe:	**H(H)**	H(A)[1])	C(H)[1])	C(H)[1])	**C(A)**[1])	**H(H)**	C(H)[1])	C(H)[1])	**H(H)**	**H(H)**

AHC II/	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
×A(A)	+	(−)	(−)	−	+	+	+	+	+	(−)
×H(H)	−	(−)	+	+	−	−	−	−	−	+
×C(C)	+	(+)	−	−	−	+	−	−	−	−
Gehört daher zur Gruppe:	**H(H)**	H(A)[1])	**C(A)**[1])	**C(A)**[1])	H(C)[1])	**H(H)**	H(C)[1])	H(C)[1])	H(C)[1])	**C(A)**[1])

Herkunft wenigstens des einen Elters H(H) feststeht (wurde ja hineingeimpft); wie es zur Entstehung eines C(A) Haplonten gekommen sein kann, ist völlig unklar (vgl. S. 80).

3. Analyse von **AHC III.** Es werden von AHC III Anfang Mai 1923 **21** Einspormyzelien isoliert, AHC III/1—AHC III/21 und am 12. 5. mit den vorbereiteten Testern kombiniert.

Von den 21 Einspormyzelien AHC III/1—AHC III/21 erweisen sich:

5 Einspormyzelien als H(H) } + = H-Elter
3 „ „ „ A(A) }

7 „ „ „ H(A) } + = { die beiden haplomiktischen Gruppen zwischen H und A.
6 „ „ „ A(H) }

Summe: 21 Einspormyzelien eines eindeutigen, normalen Fruchtkörpers **H**×**A**.

Der Fruchtkörper AHC III ist also weder identisch mit AHC I [= H(H)×C(C)], noch mit dem anormalen Fruchtkörper AHC II [= H(H)×C(A)], sondern ist ein gewöhnlicher **H(H)**×**A(A)**-Fruchtkörper. Der Ablauf der Fruchtkörperfolge AHC I—III weist demnach eine eigentümliche Gesetzmäßigkeit auf.

[1]) Die Feststellung, welcher der beiden haplomiktischen Gruppen zwischen A und H, A und C, bzw. H und C vorlag, erfolgte durch weitere Kombination mit den vorbereiteten Testern A(H), H(A); A(C), C(A); H(C), C(H) [nicht in die Tabelle aufgenommen].

4. Analyse von **AHC IV.** Es werden von AHC IV am 25. 5. **23** Einspormyzelien isoliert, AHC IV/1—AHC IV/23 und am 12. 6. mit den vorbereiteten Testern kombiniert.

Von den 23 Einspormyzelien erwiesen sich:

4 Einspormyzelien als C(C) + = C-Elter,
4 „ „ H(H) + = H-Elter,
7 „ „ C(H) + = die beiden haplomiktischen
8 „ „ H(C) + Gruppen zwischen C u. H.

Summe: 23 Einspormyzelien eines eindeutigen, normalen H × C-Fruchtkörpers. **AHC IV** ist also identisch mit **AHC I**, nämlich ein **HC**-Fruchtkörper.

5. Analyse von **AHC V.** Es werden von AHC V am 25. 5. **24** Einspormyzelien isoliert. Die Kombination von 15 Einspormyzelien untereinander in sämtlichen möglichen Paarungen ergibt zunächst, daß ein geschlossenes, übliches Viererschema vorliegt; Tab. Nr. 26.

Tabelle Nr. 26.

AHC V/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	17
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
2	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
4	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
6	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+
7	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+
8	—	+	+	—	—	—	—	—	—	ø	—	—	—	—	+
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
10	—	—	—	+	—	+	+	ø	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
16	+	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—
17	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—

Gleichzeitige Kombination mit den vorbereiteten Testern läßt die aufgetretenen vier Haplontengruppen folgendermaßen identifizieren:

I. AHC V/16 } + = 1 Stück = H(H)
II. AHC V/1, 5, 9, 11, 12, 14 } + = 6 „ = C(A)
III. AHC V/2, 3, 10, 17 } + = 4 „ = C(H)
IV. AHC V/4, 6, 7, 8 } + = 4 „ = H(A)

Unter allen 24 Einspormyzelien stellte sich das Zahlenverhältnis: 2 H(H) : 12 C(A) : 5 C(H) : 5 H(A).

Der Fruchtkörper **AHC V** ist somit identisch mit AHC II, nämlich ebenfalls ein anormaler Fruchtkörper H(H) × C(A), der die Gene sämtlicher drei Impfpartner enthält.

Berücksichtigt man (vgl. Übersicht S. 74) die Pause zwischen dem Entstehen von AHC III und AHC IV in der Tripelkultur (20. 4. bis 11. 5.), so erscheint es klar, daß die Fruchtkörper AHC IV und AHC V nichts anderes als die zweite Fruchtkörpergeneration der bereits vorhandenen Schnallenmyzelien darstellen, wiederum streng im Rhythmus (vgl. Ergebnis von Versuch S. 63—65) um einen Tag voneinander im Abwerfen der Sporen geschieden. Der nächste Fruchtkörper, AHC VI, wäre für den 17. 5. 1923 zu erwarten gewesen und hätte sich folgerichtig als H × A-Fruchtkörper erweisen müssen. Am 13. 5. war jedoch die Ernte auf der Tripel-Impfkultur abgebrochen worden, so daß diese Voraussage nicht mehr zu kontrollieren war.

II. Am 24. 3. waren die **vier** verschiedenen Haplonten A(A), H(H), C(C), D(D) auf sterilisierten Pferdemist zusammengeimpft worden. Der Reihe nach wurden folgende Fruchtkörper erhalten:

6. 4. — erster, ziemlich kleiner Fruchtkörper — nicht geerntet.
15. 4. — großer Fruchtkörper in der Mitte — Sporen als **AHCD I** aufbewahrt.
16. 4. — mittlerer Fruchtkörper — „ „ AHCD II „
16. 4. — mittelgroßer „ — „ „ AHCD III „
17. 4. — mittelgroßer „ — „ „ AHCD IV „
24. 4. — sehr großer „ — „ „ **AHCD V** „
11. 5. — ganz kleiner „ — „ „ AHCD VI „

Von diesen sechs Fruchtkörpern, deren Sporen sorgfältig aufbewahrt wurden, kamen nur die beiden auffallend großen Fruchtkörper **AHCD I** und **AHCD V** zur Analyse. **AHCD I** erwies sich alsbald als ein völlig normaler H(H) × A(A) Fruchtkörper. **AHCD V** war wiederum ein anormaler Fruchtkörper und sollte diesmal besonders genau und mit relativ großen Zahlen untersucht werden.

6. Analyse von **AHCD V.** In der Zeit vom 22. 5. bis 23. 6. 1923 werden insgesamt **106** Einzpormyzelien isoliert. Von den 106 Einspormyzelien AHCD V/1—AHCD V/106 wurden bei der Kombination mit den vorbereiteten Testern identifiziert:

21 Einspormyzelien als H(H) } + = H-Elter
28 „ „ C(A) }
= eine der beiden möglichen haplomiktischen Gruppen zwischen C und A.
34 „ „ C(H) } + =
23 „ „ H(A) }
die beiden haplomiktischen Gruppen zwischen d. oberen Paar H(H) und C(A).

Der Fruchtkörper AHCD V des zweiten Versuches ist daher — ein eigentümlicher Zufall — ganz ebenso konstituiert, wie die anormalen Fruchtkörper **AHC II** und **AHC V**, nämlich ein H(H) × C(A)-Fruchtkörper.

Es lassen sich demnach die in den genannten drei Fällen erhaltenen Zahlen zusammenstellen und summieren:

Fruchtkörper (Protokoll-Bezeichng.):	Haplontengruppe H(H)	C(A)	C(H)	H(A)	Gesamtzahl der analysierten Haplonten:
AHC II	11	6	11	5	33
AHC V	2	12	5	5	24
AHCD V	21	28	34	23	106
Summe an 3 gleich. Fruchtk.:	**34**	**46**	**50**	**33**	**163**
	(=20,9 Proz.)	(=28,2 Proz.)	(=30,7 Proz.)	(=20,2 Proz.	

Deutung der anormalen Fruchtkörper.

Das Vorkommen der anormalen Fruchtkörper, welche Gene von drei, statt wie normalerweise nur von zwei Haplonten enthalten und aufspalten lassen, erscheint somit experimentell vollkommen sichergestellt. Von den **700** isolierten Einspormyzelien von *C. fimetarius* und den über **4000** mit ihnen durchgeführten Kombinationen entfallen auf die Analyse dieser beiden Polykombinationen (AHC und AHCD) allein **250** Einspormyzelien und über **1200** Kombinationen, da alle entscheidenden Paarungen wiederholt, mit anderen Testern stichprobenweise nachgeprüft wurden und so ein ineinander verstrebtes Netzwerk von Kombinationen entstand, an dem ein etwa unterlaufener Irrtum hätte offenbar werden müssen.

Zwei innere Gründe sprechen weiter für die Richtigkeit der Analyse:

1. Auch die drei anormalen Fruchtkörper (AHC II, AHC V, AHCD V) waren in sich vollkommen abgeschlossene, streng nach dem Viererschema spaltende Systeme.

2. Für die Richtigkeit und das Richtigbleiben der vorbereiteten 9 Teststämme spricht, daß mit ihnen zwischendurch (oder

gleichzeitig) völlig normale, der Erwartung entsprechende Fruchtkörper (AHC I, III, IV; AHCD I) analysiert wurden, was bei einer Verunreinigung, einem Irrtum u. dgl. nie hätte gelingen können.

Trotz größten Skeptizismus muß man sich daher mit dem realen Vorkommen dieser genetischen Tripel-Fruchtkörper abfinden.

Eine Erklärung für ihr Entstehen kann derzeit nicht gegeben werden. Nur einige Denkmöglichkeiten sollen hier diskutiert werden:

A. Die anormalen Fruchtkörper waren ordnungsgemäß diploid, wofür eigentlich alle Anzeichen sprechen; dann ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1. Der — augenscheinlich irgendwie bevorzugte — H(H)-Kern kopuliert in der Basidie tatsächlich mit einem C(A)-Kern. Da C(A)-Kerne aber ursprünglich nicht vorhanden sind [geimpft nur C(C)- und A(A)-Myzel], so könnten C(A)-Kerne, die dann mit H(H) das Paarkernstadium bis in die Basidie durchlaufen, nur durch eine im Myzel stattgefundene Kernverschmelzung von C(C) und A(A) und darauffolgende inäquale Teilung, die einer Reduktionsteilung dem Wesen nach gleichkäme, entstanden sein. Eine derartige myzeliale Kernverschmelzung und abnorme Reduktionsteilung ist aber noch nirgendwo bekannt geworden, wenn man nicht die Ansicht der englischen Schule über die zweimalige Kernverschmelzung bei den Ascomyzeten, die freilich keineswegs anerkannt ist, damit in Parallele stellen wollte. Diese denkmögliche Deutung enthält nach Ansicht des Verf. wenig innere Wahrscheinlichkeit.

2. Im Haplomyzel C(C) bzw. A(A) mutiert teilweise (unter wechselseitiger Beeinflussung) der eine der beiden kopulationsbedingenden Faktoren und wird unter Angleichung mit dem Impfpartner zu C(A) bzw. A(C). Dieses so mutierte Haplomyzel kopuliert mit dem H(H)-Myzel. Mutationen der betreffenden Faktoren wurden bei *C. fimetarius*, trotzdem solche gesucht wurden, keine beobachtet, wohl aber von KNIEP (IX) bei *Schizophyllum commune*. Auch diese Deutung ist wenig befriedigend.

B. Die anormalen Fruchtkörper waren triploid, wofür außer dem genetischen Befund eigentlich kein weiterer Anhaltspunkt vorliegt; die Sporen sind eventuell alle — teilweise herabregulierend — haploid. In der Basidie wären demnach H(H) + C(C) + A(A) zur Verschmelzung gekommen; dies ergibt eine Zygote **H(H) C(C) A(A)**. In der Reduktionsteilung entstehen: entweder zwei H(H) und zwei diploide C(C) A(A), die zu C(A)-Kerne herabregulieren, oder je zwei Hero-

formen (im Sinne von Tischler's Nomenklatur) HA(A) und C(C)(H), die zu H(A) und C(H) herabregulieren. Ungeklärt bleibt freilich, warum nicht auch die Heroformen HC(C) und A(A)(H), die zu H(C) und A(H) herabregulieren müßten, auftraten (unter 163 Einspormyzelien).

Für diese Deutung sind somit drei Annahmen zu machen: 1. Daß es derartige triploide Kopulationen überhaupt gibt, was erst cytologisch nachzuweisen wäre; 2. daß durch irgendwelche (quantitative?) Unterschiede bei der Reduktionsteilung stets H allein auseinanderweicht und nur A(A) und C(C) den Diplokomplex bilden; 3. daß die Bildung der gleichwahrscheinlichen Heroformen HC(C) und A(A)(H) durch irgendeinen Umstand verhindert wird. — Schon allein die Zahl der Hilfsannahmen kann auch diese Deutung zu keiner befriedigenden machen. Vielleicht gelingt es einer speziell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchung einmal, die Entstehungsweise derartiger Tripelfruchtkörper, wie sie obenstehend genetisch eindeutig analysiert wurden, restlos aufzuklären.

Der Gedanke jedoch, der eigentlich zu den vorstehenden Dreier- und Viererimpfungen Veranlassung gab, die Frage nämlich, ob verschiedene Schnallenmyzelien einen Fruchtkörper aufbauen und so gleichsam „Chimärenfruchtkörper" entstehen können, die in ihrer Sporennachkommenschaft dann mehrere Viererschemas (z. B. acht Haplontentypen) enthalten müßten, fand durch die Versuchsanalyse keine Beantwortung. Nur positive Befunde wären hier von Wert gewesen. Da Pfropfungen bei *Coprinus*-Arten gelangen, ist eigentlich von vornherein kein Grund zu erkennen, warum solche Chimären nicht dennoch erzielbar, in seltensten Fällen sogar spontan vorkommend sein sollten. Die nächsten Versuche sollen daher dieser Frage neuerlich gewidmet sein.

Die Kernverhältnisse bei *C. fimetarius.* Für *C. radiatus* Bolt (= *C. fim.*) hat bereits Maire (I) die Kernverhältnisse sichergestellt (vgl. S. 8); seine Angaben konnten nur bestätigt werden. Einkerniges Primärmyzel wurde nicht beobachtet.

2. *Coprinus niveus* (Pers.).

Massee, l. c. Nr. 50, S. 152. Ricken, l. c. Nr. 189, S. 59. Lange, l. c. Nr. 17, S. 44.

Versuchsmaterial: Eindeutig bestimmtes Sporenmaterial (vgl. Fig. 3, 2, S. 57) von *C. niveus*, eine der am besten kenntlichen Arten der Gattung, war von drei verschiedenen Standorten vorhanden, und zwar:

Bezeichnung	Herkunft	Gesammelt und bestimmt	Datum
N/I	Auf Mist von Java-Pony Zoolog. Garten Berlin	Verf.	17., 18. 6. 1923
N/II	Aus dem Botanischen Institut Würzburg	KNIEP-THUME	? (1922)
N/III	Auf altem Kuhmist [1]) im Wald, zahlreich in der Gegend der Hohen Wand (Niederösterreich)	Verf.	Ende Oktober 1924

Kulturbedingungen: Sie sind identisch mit denen von *C. fimetarius*. Schon WEIR (I, II) hebt hervor, wie leicht diese Art in steriler Kultur zu ziehen ist.

Die Rasse N/II zeigte, worauf Verf. von Herrn Prof. KNIEP auch brieflich aufmerksam gemacht wurde, auf dem üblichen Pferdemistdekoktagar eine beträchtlich schlechtere Keimung als N/I und N/III (Einfluß des Alters?).

Analyse von **N/I**. Die Sporen eines Fruchtkörpers werden am 17. 6. 1923 sofort nach dem Absporen angebaut; am 18. 6. werden **33** Einspormyzelien isoliert. Sie zeigen ein ziemlich langsames Wachstum, bleiben vollkommen schnallenfrei, während in gleichalten Sporendichtsaaten (Mischkulturen) Schnallen am Myzelium festzustellen sind. Die Kombination von 22 Einspormyzelien untereinander ergibt, daß *C. niveus* heterothallisch nach dem Viererschema ist, gleichwie *C. fimetarius*, *Schizophyllum*, *Aleurodiscus* u. a. Die vier Haplontengruppen treten auf mit den Zahlen 6 : 7 : 5 : 4 [2]). Zwei Unregelmäßigkeiten (vgl. S. 60) bei der ersten Kombination bestätigten sich nicht bei Wiederholung der betreffenden Paarung; die Kombinationen lieferten vielmehr das theoretisch zu erwartende Ergebnis.

Wie bei *C. fimetarius* zeigte sich ferner, daß gewisse Einspormyzelien in ganz besonderem Maße (+ Var.) die Fähigkeit besitzen, haploide, weiß-sporenlos aufspannende Fruchtkörper zu bilden (auf sterilisiertem, feuchtem Pferdemist).

[1]) MASSEE (l. c.) gibt als Standort für *C. niveus* an: „On dung, especially of horses"; RICKEN (l. c.) bemerkt jedoch: Ich habe ihn ausschließlich auf Kuhfladen am Straßenrand oder im Walde beobachtet. — Nach den Funden des Verf. (N/I, N/III) kommt beides vor.

[2]) Aus Gründen der Raumersparnis muß hier und bei den folgenden Arten die Wiedergabe der Kombinationstabellen unterbleiben. Sie unterscheiden sich im wesentlichen nicht von denen bei *C. fimetarius* (vgl. S. 59 u. 63).

Analyse von N/II. Da die Keimung der Sporen, wie erwähnt, bei N/II ziemlich schlecht von statten geht, werden nur 10 Einspormyzelien isoliert, hiervon am 30. 7. 1923 acht untereinander kombiniert und die vier Haplontengruppen in den Zahlen 1 : 4 : 2 : 1 gefunden.

N/II—1 mit den Vertretern der vier Haplontengruppen von N/I (und zwar N/I—15, N/I—18; N/I—17, N/I—19) gepaart, bildet in allen vier Kombinationen Schnallenmyzel. Der Fruchtkörper N/II ist in seinen kopulationsbedingenden Faktoren verschieden von dem zuerst analysierten Fruchtkörper N/I.

Nachdem somit auch das Vorhandensein von genetisch verschiedenen „geographischen Rassen", wie bei *C. fimetarius*, *C. comatus* und *C. Friesii*, nachgewiesen war, wurde von der Analyse eines N/III-Fruchtkörpers vorläufig abgesehen.

Die versuchte Bastardierung von *C. niveus* mit verschiedenen Haplontengruppen von *C. fimetarius* und denen von *C. Friesii* mißlang vollständig. Während die Haplomyzelien von *C. niveus* und *C. fimetarius* ziemlich gleichmäßig, rillengetrennt nebeneinander wuchsen, umwallte das viel rascher wüchsige X^{I}-(*C. Friesii*-)Myzel stets das erst kümmerlich gedeihende N/I-Myzel gänzlich. Schnallen waren in keinem Falle nachweisbar.

C. niveus ist eine schnallenbildende, heterothallische Art mit zwei kopulationsbedingenden Faktoren (Viererschema), die je nach Standort in multiplen Allelomorphen vorhanden sein können.

Es bestätigt sich somit der zweite Befund von Mounce (II), die für *C. niveus* Heterothallie angibt und bei Isolierung von neun Einspormyzelien vier verschiedene Haplonten erhält [1]). Bei der von Mounce (I) ein Jahr früher gefundenen, homothallischen Rasse des *C. niveus*, von der leider kein Testmaterial mehr zur Verfügung steht, dürfte es sich doch um eine andere, wenn auch habituell sehr ähnliche Art handeln [2]). Versuchsfehler bei der ersten Untersuchung von *C. niveus* hält Mounce (I, II) nämlich für ausgeschlossen. Daß aber *C. niveus* homothallische und nach dem Viererschema heterothallische Rassen haben sollte, erscheint dem Verf. nach den an 20 verschiedenen Coprinusarten gewonnenen Resultaten als unwahrscheinlich.

[1]) Worauf zuerst Kniep in seinem Referat (Botan. Zentralbl. N. F. Bd. 2 (1923) S. 305 aufmerksam macht.

[2]) So fand z. B. Hansen (I) eine *C. niveus* überaus ähnliche Form, die aber stets Sklerotien bildete und die er *Coprinus Rostrupianus* nannte.

Die Kernverhältnisse von *C. niveus* wurden nicht untersucht.

3. *Coprinus picaceus* (Bull.).

Massee, l. c. Nr. 45, S. 150. Ricken, l. c. Nr. 186, S. 58. Lange, l. c. 5, S. 40.

Versuchsmaterial. Am 15. 10. 1923 wurden am Wege Baden—Siegenfeld (Niederösterreich) im Buchenwalde mehrere reife, eben sporende Fruchtkörper von *Coprinus picaceus*, P/0, P/I, P/II gefunden. Der Abstand von einem Exemplar zum anderen betrug jeweils mehrere hundert Meter. Sporengestalt vgl. Fig. 3, 3, S. 57.

Kulturbedingungen. Die Sporenkeimung auf dem üblichen Pferdemistagar bei Wasser- oder Mistdekoktschwemmung zeigte sich launisch je nach dem verwendeten Fruchtkörper[1]). P/0 keimte praktisch gar nicht (ein einziges Einspormyzel konnte isoliert werden), P/I keimte rasch, zu fast 100 Proz., die Myzelien gediehen gut, mit üppigem Luftmyzel, bei P/II wiederum war der Keimprozent wesentlich schlechter und es traten zahlreiche, langsamwüchsige Kümmermyzelien unter den Einsporkulturen auf.

Fruchtkörper konnten, gleichwie bei *C. comatus*, auf den verschiedenen sterilen Substraten nicht erzielt werden. Im besten Falle bildete das Schnallenmyzel radiär ausstrahlend weiße, rhizomorphenartige Stränge.

Analyse von **P/I**. In zwei Serien werden im November 1923 **48** kombinationsfähige Einspormyzelien isoliert. Sie bleiben sämtlich auch bei monatelanger Kultur schnallenlos, während Sporenmischkulturen, P/I(M), bereits eine Woche nach der Keimung regelmäßiges Schnallenmyzel aufweisen. Es handelt sich also bei *C. picaceus* um eine schnallenbildende, heterothallische Art.

Eine Kombination der 48 noch sehr jungen Einspormyzelien teilweise untereinander [1.—6. 11.], teilweise mit den so gewonnenen Gruppentestern P/I—8, P/I—5, P/I—4 [28. 11.] ergibt zunächst, daß eine Heterothallie nach dem Viererschema vorliegt. Es treten vier Haplontengruppen auf, von denen jeweilig zwei mit einander in eindeutiger Weise kopulieren, vgl. Tab. Nr. 27.

Wie jedoch eine Probe aus den diesbezüglichen Kombinationsprotokollen (Tab. Nr. 28) zeigt, weisen bei der ersten Kombination **12** von 48 Einspormyzelien (also 25 Proz.) ein abweichendes Verhalten

[1]) Ähnliche Verhältnisse gibt schon Brefeld (I) sogar für den koprophilen *C. ephemerus* an und wurden solche auch beim holzbewohnenden *C. micaceus* (vgl. S. 93) wieder angetroffen.

Tabelle Nr. 27.

+ { I. Gruppe: P/I —3, 6, 8, 9, 10, 13, 16, 20, 21, 28, 30, 31, 33, 39, 40, 43, 44, 47, 49 = **19 Stück.**
II. Gruppe: P/I —5, 11, 22, 26, 41 ○, 42*, 52 = **7 Stück.**

+ { III. Gruppe: P/I —4, 12, 15, 17, 18, 23, 32 ○, 35, 37*, 45 ○, 46, 51 = **12 Stück.**
IV. Gruppe: P/I —19*, 24*, 25*, 27 ○, 29, 34*, 36 ○, 38 ○, 48, 50 = **10 Stück.**

Zeichenerklärung: _ als Gruppentester verwendet,
* unregelmäßig kopulierende Haplonten,
○ diese Unregelmäßigkeit bei Wiederholung bestätigt.

auf. Sie bilden nicht nur mit einem der Gruppentester Schnallenmyzel, wie es dem reinen Viererschema entsprechen würde, sondern auch mit einem zweiten Gruppentester, und zwar in morphologisch verschieden stark ausgeprägter Weise, von nur schwach angedeuteten „Pseudoschnallen“ [1]) (als **Ps** der Tab.) bis zu ganz normalem, üppigen Schnallenmyzel.

Diese Unregelmäßigkeiten waren zu auffallend und zahlreich, um nicht beachtet zu werden. Sie erinnern sehr an die freilich viel selteneren Durchbrechungskombinationen bei *C. fimetarius*, deren Deutung offen bleiben mußte (vgl. S. 68).

Es wurden daher die kritischen 12 Kombinationen der „unregelmäßigen“ Haplonten (in Tab. Nr. 27 und 28 mit * gekennzeichnet) mit den gleichen und je einem neuen Gruppentester, sowie mit einem Tester der vierten Haplontengruppe P/I—48 bzw. P/I—19 und P/I—29 wiederholt.

Das Ergebnis [Kontrolle am 21. 12., also ein Monat nach der ersten Kombination] ist in Tab. Nr. 29 wiedergegeben.

In **6** Kombinationen zeigte sich das unregelmäßige Verhalten neuerdings bestätigt (in Tab. Nr. 29 mit ○ gekennzeichnet) und zwar in 2 Fällen (P/I—27, P/I—36) in unverminderter Stärke, in 4 weiteren Fällen (P/I—32, P/I—38, P/I—41, P/I—45) deutlich, wenn auch nicht mehr so stark wie bei der Kombination mit den Haplomyzelien im ersten Jugendzustande. In den anderen 6 Fällen (z. B. P/I—19, P/I—34, P/—37, P/I—42) konnte das vom Viererschema abweichende Verhalten nicht mehr reproduziert werden; es ist wohl

[1]) Vandendries (II) beschreibt bereits ähnliche Bildungen für *Paneolus*-Arten. Auch die Durchbrechungskombinationen von *C. fimetarius* (vgl. S. 60ff.) hatten oft ein ähnliches Aussehen: Die Schnallenausstülpung wird angelegt, krümmt sich auch noch ein, doch die Anastomose und Wandauflösung zwischen ihr und der Basalzelle erfolgt nicht oder in unregelmäßiger Weise (vgl. Fig. 2C, S. 23).

Tabelle Nr. 28.

Geimpft 22. 11. 1923.

Gruppentester	P/I—16	—17	—18	—19	—20	—21	—22	—23	—24	—25	—26	—27	—28	—29	—30	—31	—32	—33	—34
× P/I—8	−	−	−	+ (Ps)	−	−	+	−	− (+)Ps	− (+)Ps	+	+	−	−	−	−	−	−	+
× P/I—5	+	−	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−	+	−	+	+	+ (Ps)	+	−
× P/I—4	−	−	−	+	−	−	−	−	+	+	−	+	−	+	−	−	−	−	+
Gehört demnach zu Gruppe:	I	III	III	IV*	I	I	II	III	IV*	IV*	II	?*	I	IV	I	I	III*	I	?*

Gruppentester	P/I—35	—36	—37	—38	—39	—40	—41	—42	—43	—44	—45	—46	—47	—48	—49	—50	—51	—52
× P/I—8	−	+	−	+	−	−	+ Ps	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+
× P/I—5	−	−	+ (Ps)	−	+	+	+	−	+	+	∓ (Ps)	−	+	−	+	−	−	−
× P/I—4	−	+	−	+	−	−	+ Ps	+ Ps	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−
Gehört demnach zu Gruppe:	III	?*	III*	?*	I	I	?*	II*	I	I	III*	III	I	IV	I	IV	III	II.

Zeichenerklärung vgl. Tab. Nr. 27; (Ps) = Pseudoschnallen.

kein Zufall, daß diese (vgl. Tab. Nr. 28) schon bei der ersten Kombination als relativ schwach ausgebildet protokolliert erscheinen.

Tabelle Nr. 29.
Kontrolle am 21. 12. 1924.

Myzelbezeichnung	P/I—19	—27	—34	—36	—38	—41	—42
× P/I—8	—	+	—	— (+ Ps)	+ (Ps)	+	+
× P/I—49	ø	+ (Ps)	—	+	—	+	+
× P/I—4	+	+	+	+	+	— (+ Ps)	—
× P/I—48	—	—	—	—	—	—	—
Gehört demnach zu Gruppe	IV*	IV○	IV*	IV○	IV○	II○	II*

Myzelbezeichnung	P/I—32	P/I—37	P/I—45
× P/I—5	— (+ Ps)	—	— (+ Ps)
× P/I—52	—	—	—
× P/I—19	+	+	+
× P/I—29	+	+	+
Gehört demnach zu Gruppe	III○	III*	III○

Eine genaue Durcharbeitung dieses merkwürdigen, vom Viererschema abweichenden Verhaltens gewisser Haplonten von *C. picaceus* an Hand der in den Tab. Nr. 27—29 wiedergegebenen Versuchsresultate führt zu folgenden Feststellungen:

1. Der nahe liegende Verdacht, daß entweder die Gruppentester oder die 12 unregelmäßigen Haplomyzelien keine echten Einspormyzelien, sondern Mischmyzelien zweier nicht miteinander kopulierender Haplonten verschiedener Gruppenzugehörigkeit (also I+III, I+IV, II+III oder II+IV) waren, kann aus mehrfachen Gründen als unzutreffend ausgeschaltet werden; denn

a) unter insgesamt 58 in der Zeit vom 26. 10.—16. 11. isolierten Einspormyzelien von P/I lieferten 48 kombinationsfähige, schnallenlose Einspormyzelien, die zehn übrigen waren Kümmermyzelien

oder mit Bakterien verunreinigt — keines jedoch zeigte Schnallenbildung. Wären bei der geübten Isolierungsmethode irrtümliche Mischmyzelien so häufig, so müßten Mischmyzelien aus den gleich wahrscheinlichen Kombinationen I + II und III + IV, die sich durch Schnallenbildung verraten würden, im Wahrscheinlichkeitsverhältnisse 1 : 2 gegenüber schnallenlosen Mischmyzelien auftreten. Dies war nun nicht der Fall; das Verhältnis unter 48 Einspormyzelien wäre vielmehr 0 : 12;

b) die Tester (vgl. Tab. Nr. 27, insbesondere P/I—8, P/I—5, P/I—4) können nicht Mischmyzelien gewesen sein, da die übrigen „regelmäßigen" Einspormyzelien (vgl. Tab. Nr. 28 P/I—16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 33 usw.) nur mit einem dieser 4 Tester kopulierten, also ganz dem Viererschema entsprachen;

c) auch die 12 unregelmäßigen Haplonten (*) können keine Mischmyzelien gewesen sein, denn sonst hätten alle Unregelmäßigkeiten bei der Wiederholung (vgl. Tab. Nr. 29) sich bestätigen müssen und nicht nur die Hälfte und es wären, was viel schwerer wiegt, Fälle wie:

P/I—32 × P/I—5 : + (Ps) 2 mal
aber P/I—32 × P/I—52 : —;
oder P/I—38 × P/I—8 : + [wiederholt : + (Ps)]
aber P/I—38 × P/I—49 : — (vgl. Tab. Nr. 29),

wobei doch P/I—5 und P/I—52 bzw. P/I—8 und P/I—49 derselben Haplontengruppe angehören (Tab. Nr. 27) — völlig unerklärlich.

Aus allem ergibt sich vielmehr:

2. Daß für das Zustandekommen der vom Viererschema abweichenden, „irregulären" Schnallenkombinationen eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Gruppenzugehörigkeit herrscht.

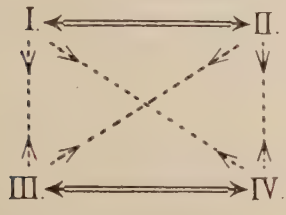
Angehörige von IV (vgl. Tab. 28), die mit Gruppe III normalerweise und stets kopulieren, bilden Schnallen oder „Pseudoschnallen" auch mit einzelnen Individuen von Gruppe I (niemals aber mit Gruppe II, was doch von vornherein gleich wahrscheinlich wäre), z. B. P/I—19*, P/I—24*, P/I—25*, P/I—27°, P/I—34*, P/I—36°, P/I—38°.

Angehörige von III (die mit Gruppe IV regelmäßig kopulieren), bilden irreguläre Schnallen oder Pseudoschnallen nur mit Individuen der Gruppe II, nie aber mit der primär gleichwahrscheinlichen Gruppe I; ebenso vice versa II nur mit einzelnen Angehörigen von III, nicht aber mit IV, z. B.

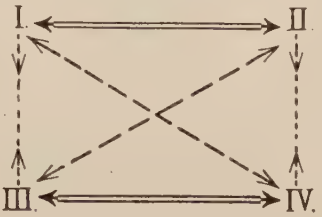
P/I—32°, P/I—37*, P/I—45° bzw. P/I—41°, P/I—42*.

Die eben aufgezeigte Gesetzmäßigkeit veranschaulicht nachstehendes Vergleichsschema (Nr. 7):

1. Starres Viererschema (wie z. B. bei *C. fimetarius*).



2. Viererschema mit 25 Proz. Einzelunregelmäßigkeiten (*C. picaceus*).



Schema Nr. 7.

3. Wird es klar, daß für das Zustandekommen der unregelmäßigen Kopulationen nicht allein die Gruppenzugehörigkeit, also wechselseitig **II × III** und **I × IV**, sondern auch eine bestimmte gegenseitige individuelle Abstimmung nötig ist, wie die unter 1 c besonders herausgegriffenen Beispiele zeigen. Noch viel deutlicher wäre dies hervorgetreten, wenn man nicht großenteils mit den an einer kleinen Anfangszahl (10 Haplonten) herausanalysierten Gruppentestern zu arbeiten gezwungen gewesen wäre, sondern z. B. die 48 Einspormyzelien in sehr jungem Zustande gleichzeitig in allen denkbaren Paarungen miteinander kombiniert hätte (1128 verschiedene Kombinationen) — eine Forderung, die zu erfüllen infolge der nötigen Versuchstechnik (Reinkultur) für einen Einzelarbeiter und unter den heutigen Verhältnissen schwer möglich ist.

4. Ist es augenscheinlich, daß die Neigung und die Möglichkeit für illegitime[1]) Kopulation (Schnallenbildung) in frühester Jugend bei den Einspormyzelien am größten ist und, wie ein Vergleich von Tab. Nr. 28 u. 29 zeigt, progressiv mit dem Alter abnimmt.

Aus diesen vier Feststellungen ergibt sich folgende Deutung des Verhaltens von *C. picaceus*: Wären die illegitimen Kopulationen zwischen den beiden bezeichneten Gruppenpaaren (II × III u. I × IV) durchgängig und nicht nur zwischen bestimmten Individuenpaaren vorhanden, so läge die einfache Heterothallie nach dem Zweierschema vor. Wären überhaupt keine illegitimen Kopulationen mög-

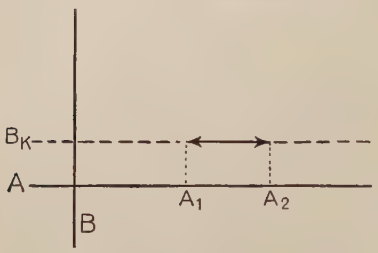
[1]) Ganz unwillkürlich drängen sich die bei der Heterostylie (z. B. *Primula*) üblichen Bezeichnungen hier auf. Wie weitgehend die Analogien zwischen den Verhältnissen bei *C. picaceus* und einer *Primula*-Heterostylie bzw. partieller Selbststerilität bei Anthophyten ist, soll im VI. Abschnitte noch eingehender hervorgehoben werden.

lich (oder zumindest äußerst selten, wie z. B. bei *C. fimetarius*), so würde Heterothallie nach dem klaren Viererschema vorliegen.

C. picaceus steht offenbar — insbesondere im Zustande größter Jugendvirulenz — in der Mitte zwischen beiden und stellt einen deutlichen Übergangstypus zwischen Heterothallie mit einem kopulationsbedingenden Faktor (Zweierschema) und Heterothallie mit zwei solchen Faktoren (Viererschema) dar. Dies soll durch folgende Darstellung verdeutlicht werden (Schema Nr. 8):

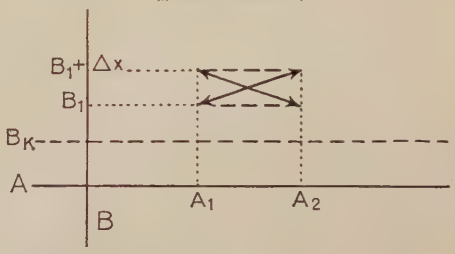
Schema Nr. 8.

I. Heterothallie mit einem Faktor („Zweierschema").



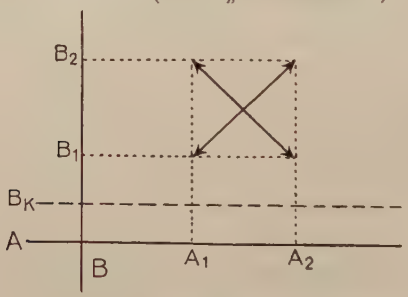
Ein Faktorenpaar ($A_1 \sim A_2$); zweiter Faktor nicht vorhanden, d. h. konstant (B_K).

II. Heterothallie bei *C. picaceus* („Xer-Schema")



Ein starkes Faktorenpaar wie bei I, zu dem ein schwaches, gering differentes $B_1 \sim (B_1 + \Delta x)$ hinzutritt.

III. Heterothallie mit zwei Faktoren (norm. „Viererschema")

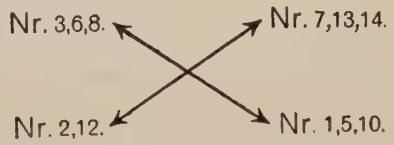


Zwei gleichwertige Faktorenpaare ($A_1 \sim A_2$, $B_1 \sim B_2$).

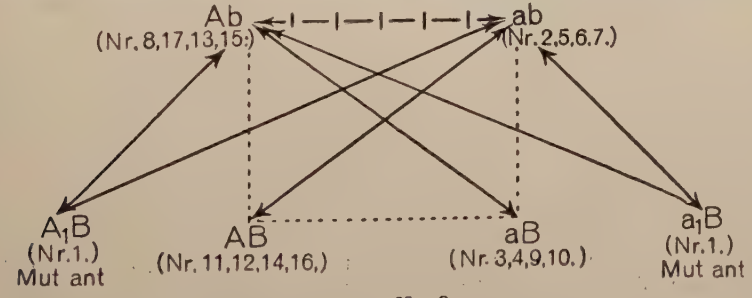
Damit das Schema auch die multiplen Allelomorphen („geographische Rassen"; hier nicht eingetragen) bei den drei Einzelfällen umfassen kann, wurden die Faktoren quantitativ dosiert aufgefaßt (A und B als Ordinate und Abszisse), wie dies schon KNIEP (VII, VIII) in Anlehnung an GOLDSCHMIDT für möglich hielt. Irgendein Beweis für diese Auffassung liegt freilich nicht vor.

Die Entwicklungsreihe Homothallie → Heterothallie nach dem Zweierschema → Heterothallie nach dem Xer-Schema → Heterothallie nach dem Viererschema, die innerhalb der gesamten Hymenomyzeten durchgemacht wurde, findet sich demnach auch innerhalb einer einzigen Gattung (*Coprinus*) wieder und gewinnt daher an innerer Wahrscheinlichkeit. Hierin liegt die Bedeutung des bei *C. picaceus* verwirklichten Übergangstypus, die nur dadurch beeinträchtigt wird, daß die genetische Analyse durch die Unmöglichkeit, bisher Fruchtkörper aus jedem gewünschten Schnallenmyzel zu gewinnen, auf die Analyse einer Generation beschränkt bleibt. Es wäre bei diesem gegenüber *Schizophyllum* [1]) noch viel plastischeren Typus sonst möglich, evtl. auch Faktorenmutationen usw. festzustellen.

[1]) *Schizophyllum commune* [Kniep (VIII—IX)] zeigt eine weitgehende Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei *C. picaceus*. Neben Fruchtkörpern, die streng dem Viererschema folgten, fand Kniep auch einen Fruchtkörper (VII, Tab. II), dessen Haplonten, ähnlich wie P/II (vgl. unten), untereinander sehr träge und mangelhaft kopulierten. Trotz Ausfalles gewisser Einzelkopulationen ist das Viererschema doch deutlich zu erkennen: Schema Nr. 9. Die Haplonten Nr. 4, 9, 11 kopulierten überhaupt nicht (was auch bei *Coprinus* gelegentlich vorkommt), oder waren verunreinigt. — Interessanter ist der Fruchtkörper, dessen Kombinationsergebnis Kniep (VIII) in Tab. VI wiedergibt, ohne dieses damals zu deuten. Mittels den von Kniep (IX) inzwischen bei dieser Art nachgewiesenen Mutationen in den kopulationsbedingenden Faktoren und den bei *C. picaceus* sichergestellten illegitimen Kopulationen (gesetzmäßige Durchbrechung des Viererschemas bei ungleichwertigen Faktoren) gelingt nun restlos die Deutung des von Kniep (VIII, S. 23—24) verzeichneten, merkwürdigen Verhaltens. Es handelt sich auch hierbei wieder um ein Viererschema, kompliziert durch eine bloß einseitige, partiellillegitime Kopulation und einen in einem Faktor mutierten Haplonten; vgl. folgendes Schema Nr. 10:



Schema Nr. 9.



Schema Nr. 9.

Nr. 5 kopuliert illegitim mit der ganzen Gruppe Ab (Nr. 8, 13, 15, 17), Nr. 2, 6, 7 bloß mit zwei Vertretern von ihr, mit Nr. 8 und Nr. 17 (Analogie zu

Analyse von **P/II**. Am 17. 11. 1923 werden 18 Einsporkulturen von P/II isoliert; sieben erwachsen nur zur Kümmermyzelien, die übrigen elf werden in sämtlichen Kombinationen gepaart. Die vier Haplontengruppen werden im Zahlenverhältnisse 2 : 6 : 2 : 1 festgestellt. Außerdem wird jedes der elf Myzelien (P/II—1 ~ P/II—11 mit den vier Gruppentestern von P/I (P/I—8, P/I—5, P/I—4, P/I—19) kombiniert. Sämtliche 44 Kombinationen liefern ein üppiges, schon mit freiem Auge (vgl. S. 84) erkennbares, strähniges Schnallenmyzel. Der Fruchtkörper P/II enthält demnach, trotz seines benachbarten Fundortes, vier genetisch völlig verschiedene Haplontengruppen wie P/I. Auch bei *C. picaceus* lassen sich also „geographische Rassen" nachweisen.

Auffällig ist, daß bei der Kombination der P/II-Haplonten untereinander bloß unscheinbare, ± schwer festzustellende Schnallen entstehen, die mikroskopisch beinahe schon wie „Pseudoschnallen" aussehen, während P/I × P/II, wie oben erwähnt, ein üppiges Diplostadium (unter gleichen Bedingungen und gleichzeitig) bilden. Dieser Befund (Bevorzugung neuer Plasmakombinationen gegenüber Inzucht) stimmt mit den Beobachtungen bei *C. Friesii* (Neigung zur Fruchtkörperbildung, vgl. III. Abschn. S. 39) völlig überein und es scheint darin eine durchgängigere Gesetzmäßigkeit zu liegen.

Die Kernverhältnisse bei *C. picaceus*.

Das Primärmyzel ist vielkernig, das Schnallenmyzel paarkernig wie bei *C. fimetarius* (vgl. S. 84) oder *C. comatus* (vgl. S. 53). —

4. *Coprinus micaceus* Fr.

Massee, l. c. Nr. 102, S. 166. Ricken, l. c. Nr. 208, S. 63. Lange, l. c. Nr. 24, S. 46.

Versuchsmaterial. Im Oktober 1923 wurde *C. micaceus* an vier verschiedenen Standorten in Wien gesammelt, und zwar:

C. picaceus). Nr. 1 verhält sich gegen die Gruppen AB bzw. aB scharf negativ, enthält also offenbar B; es kopuliert jedoch mit sämtlichen Vertretern der beiden Gruppen Ab und ab, enthält also weder A noch a, sondern ist ein Mutant in A, also A_1 B oder a_1 B. Sämtliche von Kniep seinerzeit beobachteten + und —Kombinationsergebnisse mit den 17 Haplonten dieses experimentell hergestellten Fruchtkörpers sind damit ohne Hilfsannahmen usw. erklärt.

Auffällig ist, daß in diesem Falle nur bei Ab × ab, nicht aber bei AB × aB das Viererschema durchbrochen wird. A ist jedenfalls der primäre, stärkere Sterilitätsfaktor, B der schwächere; jedoch zeigt sich zwischen B und b ein quantitativer Unterschied, in dem nur bei b × b die Sterilitätsabstoßung nicht groß genug ist, um die Anziehung, die durch A × a bewirkt wird, zu paralysieren. Es ergibt sich also bei diesem Fruchtkörper von *Schizophyllum commune* ein halbes Zehnerschema (x) — ein weiterer Übergangstypus zwischen starrem Zweier- und Viererschema.

Mi I am Fuße eines lebenden *Fraxinus*-Baumes in Wien, dichtgedrängt-büschelig knapp an der Rinde des Hauptstammes hervorkommend.

Mi II A im Wurzelbereich einer *Betula pendula* aus einem gekiesten Weg des Botanischen Gartens in zahlreichen Büschelgruppen hervorkommend. (Erscheint alljährlich an dieser Stelle.)

Mi II B in einem größeren Areal im Reservegarten des Botanischen Gartens, ebenfalls alljährlich auftretend.

Mi III Neuwaldegg bei Wien (ges. Prof. Dr. Schiffner).

Die Wuchsform war in allen vier Fällen typisch, nämlich herdenweise-büschelig [1]). Die Sporen sind mitraförmig (vgl. Fig. 3, 5, S. 57).

Die Standorte von Mi I, besonders aber von Mi II A und Mi II B lassen es möglich erscheinen, daß *C. micaceus*, der sicher auch auf totem Holze (vgl. Mi IV und V) vorkommt, in gewissen Fällen ebensogut auf dem lebenden Wurzelsystem von Bäumen als ektendotrophe Mykorrhiza im Sinne Melin's — parasitiert. Eine Bestätigung dieser Vermutung könnte freilich nur das Syntheseexperiment nach der von Melin (I) ausgearbeiteten Methodik erbringen.

Kulturbedingungen: Auch das mehr launische Verhalten der nach stets gleicher Methode (vgl. S. 10) gewonnenen Sporen bei der Keimung spricht dafür, daß *C. micaceus* als ökologischer Typus den mykorrhizabildenden Hymenomyzeten viel näher steht als den koprophilen *Coprini* (*C. fimetarius*, *niveus*, *ephemerus*) oder den rein erd-saprophytischen Arten (*C. Friesii*). Die Sporen von Mi I, Mi II A, Mi II B und Mi IV waren nämlich auf keine Weise zur Keimung zu bringen. Nur die Sporen von Mi III (und Mi V) keimten rasch und verhältnismäßig gut in Mistdekokt und auf dem üblichen Pferdemistagar, der sich auch zur Weiterzucht des Myzels gut eignete.

Fruchtkörperbildung konnte bei *C. micaceus* auf verschiedenen Substraten nicht erzielt werden. Im besten Falle bildete das Schnallenmyzel braungelb gefärbte, rhizomorphenartige Stränge, die sich stellenweise zu knötchenartigen Bildungen verdichteten. Levine (I) hingegen erzielte bei seiner Rasse von *C. micaceus* auf Erdmistmischung, auf sterilem Pferdemist und auf Mehlagar in 40—60 Tagen normale Fruchtkörper.

Analye von **Mi III**. Am 28. 10. 1923 werden die Sporen angebaut; Keimungsbeginn am 29. 10.; am 30. 10. werden 15 Einspormyzelien isoliert. Die Einspormyzelien bleiben völlig schnallenlos, während die gleichalte Myzelkultur aus der Sporenmischsaat reichlich Schnallen aufweist. Die Kombination von 12 Einspormyzelien untereinander in allen möglichen Paarungen ergibt für diese

[1]) Im Frühjahre 1924 wurde *C. micaceus* an zwei weiteren Standorten gesammelt, und zwar:

Mi IV um einen Baumstrunk (*Acer campestre*?), Rodaun bei Wien,

Mi V im Botanischen Garten, Wien an einem in die Erde versenkten Holzkübel.

schnallenführende, heterothallische Art eindeutig eine Heterothallie nach dem Viererschema; es erscheinen 4 verschiedene Haplontengruppen in den Zahlen 4:4:2:2. *C. micaceus* zeigt also die gleichen Verhältnisse wie *C. fimetarius*, *C. niveus* und der im folgenden zu behandelnde *C. lagopus*.

Die launenhafte Sporenkeimung und die schwer zu bietenden Bedingungen zur Fruchtkörperbildung machen *C micaceus* zu keinem günstigen Versuchsobjekt.

Die Kernverhältnisse von *C. micaceus* wurden nicht untersucht; für die Fruchtkörper liegen Angaben von Levine (I) und Atkinson (I) vor.

5. *Coprinus lagopus* Fr.

Massee, l. c. Nr. 81, S. 160. Ricken, l. c. Nr. 191, S. 59. Lange, l. c. Nr. 9, S. 41.

Als Versuchsmaterial dienten drei verschiedene Fruchtkörper, und zwar:

Fruchtkörperbezeichnung	Gesammelt in	Datum	Bestimmt von
L_1	Schloßpark von Nymphenburg bei München, auf einer Wiese	25. 9. 1923	Verf.
L_2	Waldweg bei Mirbich im Burgenland	9. 9. 1923	Prof. Lohwag
L_3	Im Buchenwald (zwischen Laub) bei Wien	4. 11. 1923	Verf.

Wiewohl Buller (III) die Arten *C. fimetarius* und *C. lagopus* Fr. infolge ihrer morphologischen Übereinstimmung gleichsetzt, zeigen Analyse und das Bastardierungsexperiment, daß die frühere Auffassung, zuletzt von Ricken und Lange vertreten, zu recht besteht und daß der meist erd- bzw. waldbewohnende *C. lagopus* vom koprophilen, allgemein verbreiteten *C. fimetarius* weiterhin zu unterscheiden ist[1]).

[1]) In diesem Sinne wäre wahrscheinlich auch der als *C. lagopus* bezeichnete Pilz, an dem Knoll (I, II) und E. Schenk (I) ökologische und physiologische Beobachtungen machten, als *C. fimetarius* zu bezeichnen. Ebenso wird der in Buller's Laboratorium von Mounce (II) untersuchte „*C. lagopus*“ (isoliert von Pferdemist) *C. fimetarius* im Sinne des Verf. gewesen sein. Mounce (II) verwendete leider bei den Paarungen, wie sie selbst erwähnt, Haplonten verschiedener Fruchtkörper gemeinsam, ohne sie irgendwie getrennt zu bezeichnen. Auf diese Weise erklärt sich das scheinbar so komplizierte Verhalten ihres *C. lagopus*. Trotzdem läßt sich (vgl. Mounce II, diesbezügliche Tabelle) für die zweite Hälfte der Haplonten ein deutliches Verhalten nach dem Viererschema erkennen, während die erste

Die vom Verf. gefundenen Unterschiede zwischen beiden Arten sind mehr physiologischer Art: 1. der erwähnte unterschiedliche natürliche Standort; 2. Einspormyzelien von *C. fimetarius* bildeten auf Agar reiches Luftmyzel, solche von *C. lagopus* unter gleichen Bedingungen wenig oder gar keines; 3. *C. fimetarius* bildet auf sterilisiertem Pferdemist überreich Fruchtkörper, *C. lagopus* hingegen keine, selten wenige kümmerliche Fruchtkörper. Daher konnte die Fruchtkörpermorphologie zwischen beiden Arten nicht verglichen werden, die gewiß weitere Unterschiede ergeben hätte, ebenso wie die Sporengröße und Gestalt verschieden ist (vgl. Fig. 3, 1 u. 4, S. 57). 4. Die Bastardierung eines Haplontenpaares von *C. lagopus* mit verschiedenen Haplontenpaaren von *C. fimetarius* verläuft völlig negativ. — Das von Massee und Ricken betonte Merkmal der Stielbehaarung scheint hingegen nicht solches Gewicht zu besitzen, da der Fruchtkörperstiel von gewissen *C. fimetarius*-Linien auch ± lange behaart bleibt.

Analyse von L_1 und L_2: Im Vorversuche wurde bei beiden Fruchtkörpern festgestellt, daß es sich um eine schnallenbildende, heterothallische Art handelt. Durch die übliche Isolierung von Einspormyzelien und Paarung untereinander wurde bei beiden Fruchtkörpern 4 Haplontentypen — also Heterothallie nach dem normalen Viererschema nachgewiesen. Die Kombination von L_1 und L_2-Haplonten ergibt stets Schnallenmyzel, was einerseits bekräftigt, daß L_1 und L_2 tatsächlich dieselbe Art (und nicht *C. fimetarius*) darstellen, andererseits das Vorkommen der „geographischen Rassen“ auch bei *C. lagopus* dartut.

Die Sporen von L_3, die vom Verf. in üblicher Weise durch Absporenlassen eines reifen Hutes gewonnen worden waren, keimten überhaupt nicht (vgl. S. 84 und 93), so daß eine Analyse für L_3 nicht durchgeführt werden konnte.

Eine Untersuchung der Kernverhältnisse bei dieser Art unterblieb.

Hälfte der geprüften Haplonten dadurch, daß sie mit sämtlichen 4 Haplontenarten dieses Viererschemas kopulieren, sich als von einem anderen Fruchtkörper stammend zu erkennen geben (Nachweis von „Standortsrassen“). *C. fimetarius* (vgl. S. 56) wäre demnach eigentlich bereits von zwei Autoren [Bensaude (I, II), Mounce (II)] untersucht worden, ohne daß sein typisches Geschlechtsverhalten nach dem Viererschema erkannt worden war.

V. Abschnitt.

Schnallenlose Formen der Gattung *Coprinus*.

Trotz der weiten Verbreitung der Schnallen bei den Autobasidiomyzeten, zumindestens in einem bestimmten Entwicklungsabschnitte, sind im Laufe der Zeit doch eine Reihe von Arten aus den verschiedensten Untergruppen bekannt geworden, denen Schnallen vollkommen fehlen. KNIEP (VI, 1918) machte zuletzt auf diesem Umstand aufmerksam und stellte hierbei auch alle diesbezüglichen Angaben zusammen. Für Arten der Gattung *Coprinus* finden sich schon bei BREFELD (I) eingestreute Bemerkungen, die erkennen lassen, daß z. B. bei *C. ephemerus* in keinem der Entwicklungsstadien von der keimenden Spore bis zum reifen Fruchtkörper Schnallenbildungen anzutreffen sind, was auch bei der cytologischen Untersuchung von HARPER (I) bestätigt werden konnte. MOUNCE (I) bezeichnet *Coprinus curtus* KALKBR., *C. stellatus* BULLER und *C. cordisporus* GIBBS, die beiden letzten aus der *Ephemerus*-Gruppe, als vollkommen schnallenlos.

Bald stieß auch der Verf. bei seinen Versuchen auf solche schnallenlose *Coprinus*-Arten. Die Untersuchung der Kernverhältnisse werden durch diesen Umstand nicht weiter gestört. Von vornherein war zu erwarten, daß diese Arten weitgehende Ähnlichkeiten mit den von HIRMER (I) jüngst untersuchten zwei *Psalliota*-Arten aufweisen würden, die eine langandauernde, bis zum Tramagewebe erst allmählich sich verdünnende Vielkernigkeit neben Schnallenlosigkeit zeigen. Für die Untersuchung der Geschlechtsverhältnisse aber, für die Frage, ob Homothallie oder Heterothallie vorliegt, ist durch die Schnallenlosigkeit das seit den Erörterungen KNIEP's (VII) von ihm selbst, von MOUNCE (I, II), VANDENDRIES (I, II) und auch vom Verf. in den vorausgehenden Teilen (II—IV) einzig verwendete morphologische Kennzeichen fortgefallen. In den ersten Untersuchungen [BENSAUDE (II), LENDNER (I)] hatte man freilich hauptsächlich ein noch weit sinnfälligeres Merkmal herangezogen, nämlich die Fähigkeit der Fruchtkörperbildung. Entstanden aus Einspormyzelien regelmäßig Fruchtkörper, so galt die Art als homothallisch; wurden solche erst bei bestimmten

Kombinationen zweier Einspormyzelien gebildet, so bezeichnete man sie als heterothallisch. Durch den Nachweis Kniep's (VII, VIII), daß auch Einspormyzelien heterothallischer Arten völlig normal aussehende Fruchtkörper mit keimfähigen Sporen[1]), sog. „haploide" Fruchtkörper zu bilden vermögen, wurde dieses Kennzeichen bei der Analyse als nicht stichhaltig verworfen.

Will man jedoch die Geschlechtsverhältnisse der schnallenlosen Formen nicht — wie bisher — völlig ungeklärt lassen, so ist man gezwungen, ein neues morphologisches Kriterium zur Unterscheidung von Haplo- und Diplophase zu finden.

Offen steht hierfür freilich stets der **cytologische** Weg, die Prüfung, ob ein einkerniges oder paarkerniges Myzel vorliegt. Bei der bereits oben berührten, oft langdauernden Vielkernigkeit ist aber das Paarkernstadium mit Sicherheit nur in der Subhymenialschicht und in den ganz jungen Basidien der Fruchtkörper anzutreffen. Wenn auch dieser Weg keineswegs unmöglich ist, so erscheint er doch sehr mühsam. Bei der Kombination von nur 15 Einspormyzelien wäre man gezwungen, 150 Fruchtkörper im richtigen Entwicklungsstadium zu fixieren, einzubetten und zu schneiden.

Der zweite mögliche Weg, der vom Verf. beschritten wurde, liegt in dem Zurückgreifen auf das vorübergehend benützte, dann aber verworfene Merkmal der Fruchtkörperbildung, unterstützt durch stichprobenweise cytologische Kontrolle. Im IV. Abschnitt wurde bereits näher auf die haploiden Fruchtkörper bei *C. fimetarius* eingegangen. Neben einer gewissen zeitlichen Differenz in ihrem Erscheinen gegenüber den normalen Fruchtkörpern und neben dem oft charakteristischen Ausbildungsort [vorzugsweise am Rande des Kulturgefäßes, dasselbe von Vandendries (II) bei *Panaeolus*-Arten beobachtet] sind sie unter den vom Verf. geübten Kulturbedingungen nicht befähigt, in normalem Ausmaße Sporen auszubilden [vgl. ähnliche Befunde bei *Panaeolus*, Vandendries (II)] und erscheinen je nach individueller Verschiedenheit des Einspormyzels in ihrem korrelativen Ablaufe der Entwicklung ± gestört, so daß Mißbildungen, Entartungen, Unterbleiben der Stielstreckung usw. auftreten. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den im folgenden Abschnitte B untersuchten schnallenlosen *Coprinus*-Arten, so daß sich die normalen, diploiden Fruchtkörpern von den ± ausgebildeten Haplofruchtkörpern in sicherer zweifelsfreier Weise unterscheiden lassen[2]).

[1]) Beobachtet an *Schizophyllum commune, Copr. fimetarius* u. a.

[2]) Anmerkung bei der Korrektur: Ganz dasselbe stellte jüngstens Zattler (I) für die schnallenbildende *Collybia velutipes* fest.

Ob diese Methode, die bei *Coprinus* zum Ziele führt und hier auch einwandfrei erscheint, bei allen schnallenlosen Basidiomyzeten anwendbar ist, bleibt natürlich fraglich. Nach den bisherigen Angaben über haploide Fruchtkörper läßt sich eine kontinuierliche Reihe von heterothallischen Formen, deren Einspormyzelien die Fähigkeit zur Fruchtkörperbildung gänzlich abgeht, über Formen mit ± ausgebildeten Haplofruchtkörpern ohne Sporen (*Coprinus*, teilweise *Panaeolus*), oder mit sterilen Sporen (*Panaeolus fimicola*), zu solchen Formen, deren Haplofruchtkörper unter Ausfall der Reduktionsteilung funktionstüchtige Sporen bilden (*Schizophyllum commune, Collybia velutipes, Copr. fimetarius, C. ephemerus*) und bis zu Arten, wo das Entstehen von vielleicht zwar sekundär haploiden Fruchtkörpern zur Regel geworden ist (*Hygrocybe conica* FRIES), aufzeigen. Es ist klar, daß bei schnallenlosen Formen, die am Ende dieser — physiologischen — Entwicklungsreihe stehen, bei Anwendung der besprochenen Methode die etwa vorhandene Heterothallie bis zur Unerkennbarkeit verwischt erscheinen müßte und in diesem Falle nur die erwähnte, rein cytologische Analysemöglichkeit offenbleibt [1]). —

Auf die oben angedeutete Weise läßt sich zeigen, daß unter den schnallenlosen Arten der Gattung *Coprinus* sowohl homothallische wie heterothallische Formen vorhanden sind. Der Nachweis der Heterothallie innerhalb der schnallenlosen *Copr. ephemerus*-Gruppe bedeutet zugleich die erste Beschreibung eines heterothallischen, schnallenlosen Basidiomyzetentypus überhaupt.

A. Schnallenlose, homothallische Formen.

1. *Coprinus ephemeroides* FRIES.

MASSEE, l. c. Nr. 22, S. 145. RICKEN, l. c. Nr. 184, S. 57. Abbldg. bei BREFELD I.

Schon im II. Abschn. bei den homothallischen, schnallenführenden Formen hätte *Coprinus ephemeroides* erwähnt werden können,

[1]) Ein solcher Fall ist für die Basidiomyzeten noch nicht bekannt geworden. Er ließe sich aber — ähnlich wie dies schon EDGERTON (I) beim Nachweise der unzweifelhaften Heterothallie bei einem Pyrenomyzeten, *Glomerella* sp. (= *Gloesporium*) gelang — trotzdem auch rein experimentell (vererbungsmäßig) analysieren, wenn die kopulierenden Haplonten durch sekundäre Merkmale gekennzeichet sind, oder aber ein frei mendelndes Faktorenpaar in der Rasse gefunden werden kann wie in den Versuchen von ZATTLER (I) und bei *C. ephemerus* (vgl. S. 121). Die Nachkommenschaft eines Kopulationsfruchtkörpers muß aus Haplonten beider Kategorien (evtl. auch aus haplomiktischen Typen) bestehen, die eines haploiden oder autogam-diploiden Fruchtkörpers kann nur einen einzigen Haplontentypus aufweisen.

da Brefeld (I, S. 118) für diese Art „sehr vereinzelte Fadenverschmelzungen, ebenso selten eine Schnallenfusion" angibt. Da *C. ephemeroides* von zwei verschiedenen Rassen in den Versuchen des Verf. auf verschiedenen Substraten niemals Schnallenbildung in irgendeiner Phase des Entwicklungszyklus zeigte, so wird die Art erst an dieser Stelle behandelt, unter der sicherlich nicht zu gewagten Annahme, daß die zu jener Zeit ja ziemlich nebensächliche Beobachtung Brefeld's über die sehr seltenen Schnallen durch gelegentlich auftretende, abweichende Verzweigungsbildungen hervorgerufen wurde.

Versuchsmaterial. Für die Versuche dienten **zwei** Linien verschiedener Herkunft (Z und E), die sich aber als vollkommen identisch erwiesen. Die eine, **Z**, erschien zum ersten Male im Februar 1923 spontan auf ausgelegtem Pferdemist in Berlin-Dahlem [1]). Das Ausgangsmaterial der zweiten Linie **E** bildeten die am 1. XI. 1922 in Hamburg abgeworfenen Sporen eines Fruchtkörpers, welche Verf. der freundlichen Zusendung von Frl. Thume verdankt.

Der ganze Entwicklungszyklus des Pilzes und sein Habitus stimmte völlig mit der eingehenden Beschreibung Brefeld's (I, S. 117—122 samt Abbildungen) und den oben zitierten Diagnosen überein. Neben den kleinen, braun durchscheinenden Sporen (Fig. 3, 6) sind für *C. ephemeroides* besonders charakteristisch der kleine, freibewegliche Ring und die zitronengelbe Volva, die den jungen, weißen Pilz bedeckt, aber auch nach dem glocken-schirmförmigen Aufspannen des Hutes, der nunmehr infolge der ausgebildeten Sporen perlgrau erscheint, als eine Anzahl zitronengelber Flöckchen hauptsächlich am Hutscheitel zu erkennen ist. Der Hut zerfließt nach dem Aufspannen kaum merklich, wie schon Brefeld angibt, und streut sehr langsam die Sporen.

Durchgeführte Versuche.

a) Vorversuch mit **Z**. Am 23. 2. 1923 werden die Sporen eines Hutes mittels Schwemmverfahren auf Pferdemistagar angebaut. Rasche, hochprozentige Keimung. Am 24. 2. Isolierung von **11** Einspormyzelien, die bereits am 2. 3. bei der zweiten Kontrolle wohlentwickelt waren. Weder in den Einspormyzelien, noch in der Mischkultur [Z (M)] sind Schnallen zu beobachten. Da das ganze Kolbenmaterial bei Versuchen mit *C. fimetarius* engagiert ist, wird der Versuch nicht weiter fortgesetzt, nur beobachtet, daß auch in den Einsporkulturen auf Agar nach einiger Zeit gelbe Fruchtkörperanlagen sich ziemlich weit entwickeln.

b) Versuch zur Prüfung auf Heterothallie. Ende April 1923 von **Z** neuerlich **15** Einspormyzelien (Z_1—Z_{15}) isoliert.

---

[1]) Die Form scheint aber überhaupt in dem vom Verf. benützten Pferdemist [regelmäßig aus dem Versuchsstall des K. W. Inst. f. Experimentelle Therapie vom selben Pferd stammend] ziemlich häufig gewesen zu sein, da Z-Fruchtkörper mehrfach in zu kurz (vgl. S. 9) sterilisierten Erlenmeyerkolben mit Pferdemistfüllung auftraten, ohne weiter isoliert zu werden.

Anfang Mai 1923 werden die Einspormyzelien in Erlenmeyerkolben (150 ccm) überimpft, gefüllt A mit sterilisiertem frischen Pferdemist, B mit steriler Watte, überdeckt von einer Lage Filtrierpapier, das ganze getränkt mit dem angegebenen flüssigen Pferdemistdekoktnährboden. Gleichzeitig wurden auf sterilisiertem Pferdemist eine Reihe wahllos herausgegriffener paarweiser Kombinationen durchgeführt. Das Ergebnis ist in den Tabellen Nr. 30a und 30b zusammengestellt.

Aus diesem tabellarisch wiedergegebenen Versuche geht hervor, daß **Z** (*Coprinus ephemeroides*) eine homothallische Form ist. Von 11 zur Fruchtkörperbildung kultivierten Einspormyzelien bildeten **10** innerhalb der vierten Woche normal sporende Fruchtkörper auf einem der beiden gebotenen Substrate aus. Im allgemeinen wurde der sterilisierte Pferdemist gegenüber dem flüssigen Nährmedium bevorzugt, da die anfänglich zu große Feuchtigkeit und der reichere Nährstoffgehalt (Zucker, Pepton) die Fruchtkörperbildung verzögerte, so daß in Kultur $\mathbf{Z_4}$ und $\mathbf{Z_{10}}$ bei der gleichzeitigen Schlußkontrolle am 26. 5. noch keine sporenden Fruchtkörper vorhanden, aber für die nächsten Tage zu erwarten waren. Das um ca. 10 Tage frühere Auftreten der sonst in allem gleichen Fruchtkörper in sämtlichen Paarkombinationen ist dadurch erklärlich, daß den gleichzeitig getrennt voneinander geimpften Myzelien der Paarkombination im selben Raume (150 ccm-Kolben) die quantitativ und qualitativ gleiche Nährstoffmenge zur Verfügung stand, wie den von einer einzigen Impfstelle ausgehenden Einspormyzelien. Bei *C. ephemeroides* bestätigt sich demnach der alte Erfahrungssatz (BREFELD, FALK u. a.), daß der Pilz in den Reinkulturen zuerst das ganze gebotene Substrat mit seinem Myzel „erobert", ehe er zur Fruchtkörperbildung schreitet. Durch Selbstkombination (also z. B. $Z_1 \times Z_1$) wurde daher in Zukunft diese Unexaktheit vermieden und so auch die „Zeitlichkeit" im Auftreten der sporenden Fruchtkörper bei Einsporkulturen und Paarkombinationen unter sonst tunlichst gleichen Bedingungen vergleichbar gemacht.

Als selbstverständlich erscheint es nach dem eben Besprochenen, daß die Kontrollkombinationen (Tab. Nr. 30b unten) mit 4 bzw. 5 Impfstellen viel früher (um ca. 12 Tage) und üppiger zur Fruchtkörperbildung schritten, während das in einer Impfung eingeführte Mischmyzel Z(M) sich zeitlich so verhielt wie die Einsporkulturen (Tab. Nr. 30a). — Z_{12} zeigte eine auffallend geringe Neigung zur

Tabelle Nr. 30a. (Einspormyzelien von Z).

Geimpft Anfang Mai 1923.

Myzel-bezeichnung	Nährboden A	Kontrolle	Zustand der Kultur in: Myzel	Zustand der Kultur in: Fruchtkörper (bzw. Anlagen)	Nährboden B	1. Kontrolle	Zustand der Kultur in: Myzel	Zustand der Kultur in: Fruchtkörper	2. Kontrolle	Zustand der Kultur
Z_1	Sterilisierter, feuchter Pferdemist in 150 ccm Erlenmeyerkolben	26. 5.	Üppiges Luftmyzel — keine Schnallen	Fruchtkörperanlagen. Ein kümmerlicher Fruchtkörper sporend	Steriler, flüssiger Pferdemistdekoktnährboden mit Watte-Filtrierpapier	17. 5.	Üppiges Luftmyzel — keine Schnallen	Reichlich junge gelbe Fruchtkörperanlagen	24. 5.	Fruchtkörper sporend
Z_4		26. 5.	"	Zahlreiche Fruchtkörperanlagen; mehrere mittelgroße Fruchtkörper sporend		17. 5.	"	Allererste Fruchtkörperanlagen (weiße Kugeln) sichtbar	26. 5.	Junge, gelbe Fruchtkörper $^1/_4$ cm groß
Z_5		26. 5.	"	Fruchtkörperanlagen erst 1 cm hoch; ein kleiner Fruchtkörper bereits sporend		—	〃	〃	—	〃
Z_6		26. 5.	"	Üppige, schöne Fruchtkörper („Mastformen") sporend		17. 5.	"	Allererste Fruchtkörperanlagen (weiße Kugeln) sichtbar	26. 5.	Schlechte Weiterentwicklung, da noch zuviel flüssige Nährlösung (zu feucht)
Z_7		26. 5.	"	Üppige, schöne Fruchtkörper („Mastformen") sporend		17. 5.	"	Kräftige Fruchtkörperanlagen, 1 cm hoch. Noch keine Sporen.	26. 5.	Fruchtkörper groß sporend, wenn auch teilweise etwas abnormal.
Z_8		26. 5.	"	Üppige, schöne Fruchtkörper („Mastformen") sporend		17. 5.	"	Fruchtkörperanlagen (größere gelbe Knöpfchen)	—	〃
Z_9		26. 5.	"	Fruchtkörperanlagen erst 1 cm hoch, noch ohne Sporen		17. 5.	"	Erste Fruchtkörperanlagen (gelbe Knöpfchen) sichtbar	26. 5.	Fruchtkörper sporend
Z_{10}		—	〃	〃		17. 5.	"	〃	26. 5.	Fruchtkörper $^3/_4$ cm lang, gelb
Z_{12}		26. 5.	"	Fruchtkörperanlagen $^1/_2$ cm groß		17. 5.	"	〃	26. 5.	Keine weitere Entwicklung
Z_{13}		26. 5.	"	Üppige, schöne Fruchtkörper (Mastformen) sporend		—	〃	〃	—	〃
Z_{14}		26. 5.	"	Anscheinend mit artfremdem *Coprinus*-Myzel infiziert, keine Fruchtkörperbildung		17. 5.	"	Erste Fruchtkörperanlagen (gelbe Knöpfchen) sichtbar	24. 5.	WohlausgebildeteFruchtkörper sporend

Tabelle Nr. 30b. (Paarkombinationen und Mischkombinationen.)

Z	Nährboden A	1. Kontrolle	Zustand der Kultur	2. Kontrolle	Zustand der Kultur
3 × 5	Sterilisierter, feuchter Pferdemist in 150 ccm Erlenmeyerkolben	—	~	26. 5.	Beginn des Auftretens von sporenden Fruchtkörpern
3 × 11		16. 5.	Myzel schwach, mehr im Substrat; Fruchtkörper ± sporend	26. 5.	Normale, schön sporende Fruchtkörper
3 × 13		15. 5.	Myzel üppig; Luftmyzel. Fruchtkörper noch keine	26. 5.	Üppige große Fruchtkörper sporend
3 × 15		15. 5.	Myzel schwach, mehr im Substrat; Fruchtkörper ± sporend	26. 5.	Eine Reihe weiterer sporender Fruchtkörper entstanden
5 × 11		15. 5.	Mäßiges Luftmyzel; reichliche Fruchtkörperbildung ± sporend	26. 5.	Üppige Fruchtkörper normal sporend
5 × 13		15. 5.	Üppiges Myzel; viel Luftmyzel, Fruchtkörperanlagen erst punktförmig oder kleine Knöpfchen	26. 5.	Beginn der Bildung von sporenden Fruchtkörpern
5 × 15		20. 5.	Schwaches Luftmyzel; Fruchtkörper, einzelne groß, sporend	26. 5.	Keine neuen Fruchtkörper gebildet
11 × 13		15. 5.	Schwaches Luftmyzel; zwei große Fruchtkörper bereits ± sporend	26. 5.	Weitere, normal sporende Fruchtkörper zur Ausbildung gelangt
13 × 15		15. 5.	Luftmyzel. Fruchtkörper, wenn auch zuerst kümmerlich, ± sporend	26. 5.	Weitere sporende Fruchtkörper ausgebildet
Z (M)		17. 5.	Starkes Luftmyzel. Noch keine fertigen Fruchtkörper	26. 5.	Eine Reihe von Fruchtkörpern sporend
1 × 4 × 6 × 7		13. 5. bis 17. 5.	Myzel mäßig reichlich, Luftmyzel; keine Schnallen auffindbar. Äußerst üppige Fruchtkörperbildung, zuerst etwas mißgebildete, verhutzelte Fruchtkörper, dann aber auch normale, reich sporende	—	~
8 × 9 × 10 × 12 × 14				—	~

Fruchtkörperbildung, was als individuelle Modifikation aufgefaßt werden muß.

c) Analyse von **E**. Zur Kontrolle des Ergebnisses vom ersten Hauptversuche (b) wurde das Experiment mit dem Hamburger Sporenmateriale (E) wiederholt. — Am 3. 7. 1923 werden die von einem Fruchtkörper stammenden Sporen angebaut. Nach guter, rascher Keimung werden am 4. 7. **15** Einspormyzelien isoliert (E_1—E_{15}), die auf Pferdemistdekoktagar bis zum 27. 7. am Schalenrande, doch auch wahllos auf der Agarfläche verstreut Fruchtkörperanlagen ausbilden, manchmal auch vollkommen aufschirmende Fruchtkörper mit beweglichem Ringe und wohlgebildetem, nur sporenlosem Hute. Am 10. 7. werden auf sterilisierten, ausgekocht-feuchten Pferdemist in gleichgroßen Erlenmeyerkolben geimpft: $E_1 \times 1$, $E_2 \times 2$, $E_3 \times 3$, $E_4 \times 4$, $E_5 \times 5$, sowie alle möglichen Kombinationen zwischen diesen 5 Myzelien, also $E_1 \times 2$, $E_1 \times 3$, $E_1 \times 4$, $E_1 \times 5$; $E_2 \times 3$, $E_2 \times 4$, $E_2 \times 5$; $E_3 \times 4$, $E_3 \times 5$; $E_4 \times 5$. Bei der Kontrolle am 24. 7. ist überall üppige Myzelentwicklung ohne Spur von Schnallenbildung feststellbar. In allen Kölbchen treten gleichzeitig Fruchtkörperanlagen und Fruchtkörper auf. Bis 31. 7. sind (unter Lichteinfluß) normale, sporende Fruchtkörper aufgetreten in den Selbstkombinationen $E_1 \times 1$, $E_2 \times 2$, $E_4 \times 4$, $E_5 \times 5$ sowie in den Kombinationen $E_1 \times 4$, $E_1 \times 5$; $E_2 \times 3$, $E_2 \times 4$, $E_2 \times 5$; $E_3 \times 4$; $E_4 \times 5$. Noch nicht sporend waren demnach drei Wochen nach der Impfung von der ganzen Serie: $E_3 \times 3$; $E_1 \times 2$, $E_1 \times 3$, $E_3 \times 5$; es kann daraus keine irgendwie geartete Gesetzmäßigkeit herausgelesen werden, zumal da auch von diesen 4 Kombinationen 2 weitere in den ersten Augusttagen sporende Fruchtkörper bilden.

Der Versuch mit Linie **E** von *C. ephemeroides* bestätigt also das mit Linie **Z** gewonnene Ergebnis: *C. ephemeroides* ist als schnallenloser, homothallischer Typus anzusehen.

B. Schnallenlose, heterothallische Formen.

1. *Coprinus ephemerus* (Bull.).

Massee, l. c. Nr. 118 p. 170. Ricken, l. c. Nr. 213, S. 64. Lange, l. c. 27a I, II, 27b, additional note p. 50. — Genaueste Beschreibung und Abbldg.: Brefeld (I) p. 109—116, Taf. VI u. VII.

Versuchsmaterial. Die Art kam im Verlaufe von zwei Monaten zweimal im Moosgewächshause des K. W. Inst. für Biologie in Berlin-Dahlem zwischen Moos in Blumentöpfen auf (Herbst 1923). Der erste Hut, der sorgsam zum Absporen gebracht wurde, lieferte die Rasse D. Die später aufgekommene wurde mit Dw bezeichnet. In allen morphologischen Eigenschaften stimmten sie mit den zitierten Diagnosen für *C. ephemerus* sehr gut überein. Sporengestalt und Größe vgl. Fig. 3, 7.

Kulturbedingungen. Die Kultur von *C. ephemerus* (Rasse D und Dw) gelingt leicht auf dem eingangs angeführten Nährboden. Auf Pferdemistagar (vgl. S. 9) wächst das Myzelium gut, ohne allzuviel Lufthyphen auszubilden. Fruchtkörper entstehen auf Agar von der 4. Woche an, werden aber selten in normaler Weise reif. —

Zur Erzielung normaler Fruchtkörper ist frischer, sterilisierter Pferdemist, wie er für *C. fimetarius, C. niveus, C. sterquilinus* u. a. verwendet wurde, fast zu üppig. Schon bei Sporenmischkulturen auf diesem Substrate treten häufig, besonders in den ersten Fruchtkörpergenerationen, ganz normale, schön gestreckte und aufspannende Fruchtkörper auf, die aber völlig sporenlos sind[1]). Bessere Resultate erzielt man daher bei *C. ephemerus* mit Pferdemist, der vor dem Sterilisieren 3—4 Stunden lang ausgekocht wurde und so künstlich etwas erschöpft war. Doch selbst bei diesem nährstoffärmeren Substrat mußte das gelegentliche Auftreten von sonst normalen, aber sporenlos aufspannenden Fruchtkörpern in Kauf genommen werden, besonders wieder bei der ersten Fruchtkörpergeneration (3—4 Wochen nach der Impfung). Die zweite Fruchtkörpergeneration (etwa 4—5 Tage nach der ersten erscheinend) bildet jedoch schon fast immer Sporen, die in normaler Weise abgestreut werden.

Bei einem Teil des Versuches **3** [D—F_1/9—23 × D—F_1/2 bzw. D—F_1/6; vgl. S. 113] waren durch ein Versehen die beiden Tester D—F_1/2 und D—F_1/6 stark mit Bakterien verunreinigt. Es bildete sich nur spärliches Luftmyzel, dann traten — was sonst nie zu beobachten war rhizomorphenartige — Stränge auf, aus denen etwas später als in allen wahren Reinkulturserien Fruchtkörper entsprangen. Mit größter Schärfe traten nur kleine, normalsporende diploide Fruchtkörper in bestimmten Kombinationen auf, während sporenlose Diplofruchtkörper und haploide Fruchtkörper vollständig unterdrückt wurden. Durch die Bakterienverunreinigung waren eben in dem Substrat Konkurrenzverhältnisse entstanden, die den natürlichen Verhältnissen in einem vier Wochen alten, feuchten Pferdemist nahekommen.

I. Analyse von **D**.

Vorversuch und 1. Versuch. — BREFELD gibt für *C. ephemerus* (I, S. 112) an: 1. Schnallen sind keine vorhanden. 2. „Jede keimfähige Spore von jedem Hute bildet Fruchtkörper, aber niemals vor Ablauf von 3 Wochen." Die erste Angabe kann restlos bestätigt werden; Schnallen ließen sich nirgends im Myzel, auch nicht im Luftmyzel, im Fruchtkörpergewebe, im Regenerat aus den ver-

[1]) Vereinzelt und ziemlich selten entstehen solche ganz oder teilweise sporenlose Fruchtkörper auch in Mischkulturen (aus Sporen) von *C. fimetarius* und *C. niveus*. An der Nachkommenschaft eines an zwei Drittel der Lamellen sporenlosen Fruchtkörper von *C. niveus* ließ sich feststellen, daß es sich bei diesem Auftreten von „Albino-Coprini" um keine erbliche Disposition, sondern bloß um eine — ernährungsphysiologisch bedingte — Modifikation handelt. — Ähnliches beobachtete auch BULLER (III) an *C. lagopus*; er erklärt die Erscheinung ebenfalls mit den „zu üppigen" Verhältnissen der Reinkultur. FREIS fand aber auch in der Natur einen sporenlosen *Coprinus* (*C. picaceus*), BECK (I) jüngst Albino-Fruchtkörper von *C. micaceus*.

schiedenen Teilen des Fruchtkörpers und der Einzellamellen feststellen. Die vorliegende Rasse — wie wahrscheinlich *C. ephemerus* schlechtweg — ist völlig schnallenlos. Die zweite Angabe Brefeld's jedoch trifft für die Rasse D von *C. ephemerus* nicht zu. Der im folgenden dargestellte Versuch 1 (Tab. Nr. 31) läßt gerade das Gegenteil erkennen.

Von D gelangten in üblicher Weise **31** Einspormyzelien zur Isolierung, D_1—D_{31}, die, herangewachsen, einzeln auf sterilem, ausausgekochten Pferdemist (100 ccm-Erlenmeyerkolben) weiter gezogen wurden. Zur Kontrolle (zweimal) werden zahlreiche Sporen auf den gleichen Nährboden (in 200 ccm-Kolben) geimpft — D(M) (2×). Nach fünf Wochen ist das Ergebnis ersichtlich.

In beiden **D(M)**-Kolben und in $\mathbf{D_{10}}$ sind mehrere Generationen normal und rasch sich streckender Fruchtkörper entstanden, die reichlich Sporen streuten. In allen anderen Einspormyzelkulturen offenbart sich ein wesentlich anderes Verhalten. Es kommt nicht zur Bildung normal sporender Fruchtkörper; vielmehr sind folgende zwei Typen ganz deutlich zu unterscheiden:

1. Der Haplo-Fruchtkörpertypus (Ha der Tabelle);
2. der koralloide Typus (Kor. der Tabelle).

Diese beiden Typen erscheinen im Versuche 1 im Zahlenverhältnisse von **13** koralloiden: **17** Ha-Fruchtkörper bildenden Einspormyzelien. Es ist keine Übertreibung zu sagen, daß man diese beiden Typen der Fruchtkörperbildung innerhalb der Nachkommenschaft eines Hutes unvoreingenommenerweise sicherlich für ganz verschiedene Arten halten müßte.

ad 1. Der Haplofruchtkörpertypus. Die diesem Typus angehörenden Einspormyzelien besitzen die Fähigkeit, anfänglich normal aussehende, mit dem Fruchtkörper der beiden Kontrollkulturen D(M) und von D_{10} gestaltlich übereinstimmende, braunhütige Fruchtkörper anzulegen, die sich als haploid erweisen. Hinsichtlich der weiteren Ausbildung dieser Anlagen (4—6 mm hoch) herrscht (vgl. Tab. Nr. 31) eine große individuelle Mannigfaltigkeit. Alle Übergänge sind anzutreffen von Myzelien, die nicht über dieses Stadium hinausgelangen (— Varianten, z. B. D_6, D_{12}, D_{16}), über Einspormyzelien mit halbgestreckten (20—40 mm hohen), nicht aufspannenden Ha-Fruchtkörpern, teilweise mit aufberstenden, zwangsgedrehten Stielen (Mittelformen wie D_2, D_{17}, D_{18}), zu Myzelien mit halbgestreckten (40 mm hohen), nahezu normal aufspannenden Fruchtkörpern, die entweder ganz sporenlos sind (z. B. D_2, D_{11}), oder aber verstreut an einzelnen Basidien keim-

Tabelle Nr. 31.

E. Sp. Nr.	Kontroll-datum	Ergebniszustand	also Typus	E. Sp. Nr.	Kontroll-datum	Ergebniszustand	also Typus
D_1	17. 1. 1924	Zahlreiche, große koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor. (+)	D_{18}	30. 11. 1923	Zwei Fruchtkörper mit hypertrophiertem knolligen Stiel und zurückgebliebenen braunen Hut.	HA (mittel)
D_2	17. 1.	Zahlreiche, halbgestreckte, aber völlig sporenlos aufspannende Fruchtkörper.	HA (mittel)	D_{19}	30. 11.	Spärliche, weißknollige, koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor.
D_3	17. 1.	Zahlreiche, dichotomverzweigte koralloide Fruchtkörperanlagen wie D_1.	Kor. (+)	D_{20}	30. 11.	Ein $1^1/_2$ cm großer Fruchtkörper mit hypertrophiertem Stiel und zurückgebliebenen, braunen Hut.	HA
D_4	17. 1.	Zahlreiche, halbgestreckte, aufspannende, vereinzelt sporentragende Fruchtkörper.	HA (+)	D_{21}	30. 11.	Zahlreiche, teilweise aufspannende, sporenlose Fruchtkörper, von fast normalem Aussehen, nur halbgestreckt.	HA (+)
D_5	17. 1.	Zahlreiche, halbgestreckte Fruchtkörper mit dunkelbraunem Hut. Aufspannend, vereinzelt Sporen an den Lamellen.	HA (+)	D_{22}	30. 11.	Zahlreiche, kleine koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor.
D_6	17. 1.	Reines Myzel; keine Fruchtkörperanlagen — diese erst spät und kümmerlich erscheinend (= D_{12}).	HA (—)	D_{23}	30. 11.	Vier bis $2^1/_2$ cm hohe Fruchtkörper mit blasig-hypertrophiertem Stiel und knapp aufspannenden Blättern.	HA
D_7	17. 1.	Sehr zahlreiche, kleine — griselige koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor. (mittel)	D_{24}	30. 11.	Zwei kleine (8 cm) Fruchtkörper mit kümmerlichem, braunen Hut.	HA
D_8	17. 1.	Spärlich und spät auftretende größere koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor. (—)	D_{25}	30. 11.	Ca. 10 gestaucht-dickstielige Fruchtkörperanlagen von der Größe wie D_{24}.	HA
D_9	9. 2.	Acht ± verhutzelte, im Habitus an D_5 erinnernde, halbgestreckte, sporenlose Fruchtkörper; die ersten eben aufspannend.	HA (mittel)	D_{26}	30. 11.	Zwei kleine, nicht aufspannende Fruchtkörper mit hypertrophiertem Stiel.	HA (mittel)

Tabelle Nr. 31 (Fortsetzung).

E. Sp. Nr.	Kontroll-datum	Ergebniszustand	also Typus	E. Sp. Nr.	Kontroll-datum	Ergebniszustand	also Typus
D_{10}	7. 2. 1924	Neun normal gestreckte Fruchtkörper; schwarz sporend, zerfließend.	†††	D_{27}	30. 11. 1923	Koralloide Fruchtkörperanlagen (5 mm hoch), zu Gruppen oder Büscheln vereinigt. Keine Hüte.	Kor.
D_{11}	7. 2.	Sechs Fruchtkörper bei halber Streckung aufspannend, sporenlos. Vom selben Habitus wie D_5.	Ha (+)	D_{28}	30. 11.	Bis 4 cm hoch wachsend, büschelig stehende, hutlos — koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor. (+)
D_{12}	9. 2.	Bloße Myzelbildung; keine Fruchtkörperanlagen (diese erst spät und kümmerlich erscheinend).	Ha (—)	D_{29}	30. 11.	koralloide Fruchtkörperanlagen vom selben Habitus wie D_{27}, nur kümmerlicher.	Kor.
D_{13}	15. 2.	Unter der Myzeldecke Gabelkorallen wie bei D_8.	Kor. (—)	D_{30}	30. 11.	Starke Ausbildung einer Anzahl koralloider, hutloser Fruchtkörperanlagen zu einer großen „Grisel"-Platte.	Kor.
D_{14}	21. 2.	Sehr spät erscheinende, kümmerliche, aber zahlreiche koralloide Fruchtkörperanlagen.	Kor. (—)	D_{31}	30. 11.	Zahlreiche, weit entwickelte, sporenlos aufspannende Fruchtkörper, mit stark zwangsgedrehten Stielen (= D_{21}).	Ha (+)
D_{15}	15. 2.	Vereinzelte, große koralloide Fruchtkörperanlagen wie D_1, D_3.	Kor.				
D_{16}	21. 2.	Sehr spät und kümmerlich (am Gefäßboden) erscheinen braunhütige Fruchtkörperanlagen.	Ha (—)	D(M)	ab 15. 1. 1924	Zahlreiche, normal gestreckte Fruchtkörper, schwarz sporend — zerfließend.	†††
D_{17}	30. 11. 1923	Ein aufspannender Riesenfruchtkörper mit blasig aufgetriebenem, geborstenen Stiel; mehrere kleine Fruchtkörper.	Ha	D(M)	ab 15. 1.	Zahlreiche, normal gestreckte Fruchtkörper, schwarz sporend — zerfließend.	†††

Zeichenerklärung: ††† normale, schwarzsporende Diplofruchtkörper. Kor. koralloide Fruchtkörperanlagen. Ha haploide, hutbildende Fruchtkörperanlagen.

fähige Sporen ausbilden (z. B. D_4, D_5, + Varianten). Es liegt, wie auch durch Versuch 4 (vgl. S. 118) bewiesen wird, eine typische Variationsreihe[1]) vor. Sie ist dadurch entstanden zu denken, daß infolge des haploiden Zustandes des Myzels früher oder später Korrelationsstörungen im Ablauf der Fruchtkörperentwicklung bzw. Sporenbildung eintreten, die zum vorzeitigen Abschluß der Entwicklung (evtl. unter langsamem Zerfließen bei den + Varianten) führen. Die Korrelationsstörungen, die BREFELD (I), für die unter Lichtabschluß entstehenden Fruchtkörper von *C. ephemerus* in so anschaulicher Weise beschreibt (l. c. S. 114), müssen habituell sehr ähnlich diesen Haplofruchtkörpern der gleichen Art gewesen sein, wenn auch die auslösende Ursache in dem einen Fall ein Außenfaktor, hier aber das Fehlen des Paarkernstadiums und der Kernfusion in der jungen Basidie ist.

In der zeitlichen Abfolge besitzen die Ha-Fruchtkörper ganz denselben Rhythmus wie die normal sporenden, diploiden Fruchtkörper; erste, zweite und dritte Fruchtkörpergeneration erscheinen zum gleichen Zeitpunkte (z. B. in D_4 gegenüber D_{10}). Auch bei den Ha-Fruchtkörpern „gelingt" die zweite Fruchtkörpergeneration auf dem verwendeten Nährboden besser, als wie die erste.

ad 2. Der koralloide Typus. Für diesen Typus ist das Auffällige und Charakteristische ein völliger Mangel der Fähigkeit, an der jungen, weißen Fruchtkörperanlage einen äußerlich braunen, im Innern Lamellen tragenden Hut zu differenzieren. Die Entwicklung bleibt vielmehr vor diesem Stadium stehen und es wird nun innerhalb der weiteren Wochen nur mehr Stielsubstanz gebildet, so daß die undifferenzierten, weißen Fruchtkörperanlagen schließlich auf bis 40 mm hohen, meist vielfach dichotom verzweigten, einzeln geweihartig oder in kugelig-koralloiden Stöcken gehäuften Bildungen emporgehoben werden. Der äußere Habitus dieses jeglichen Hymeniums entbehrenden Fruchtkörpertypus erinnert in hohem Maße an die koralloiden Fruchtkörper einer *Clavaria* oder *Calocera*. Mikroskopisch lassen diese koralloiden Bildungen nichts Auffallendes erkennen.

Der koralloide Typus erweist sich nun für die betreffenden Einspormyzelien (D_1, D_3, D_7, D_8 usw.) vollkommen konstant. Er

[1]) Schon an der relativ kleinen Versuchszahl von 17 Ha-Haplonten läßt sich erkennen, daß diese Variationsreihe der — genetisch festgelegten (vgl. Versuch 6) — Ha-Haplonten in der Fähigkeit zur tatsächlichen Ausbildung von Ha-Fruchtkörpern ganz dasselbe Bild liefert, wie es bei *C. fimetarius* an Hand von 71 Haplonten (vgl. S. 72) in Erscheinung trat.

tritt sehr leicht und ziemlich bald auf dem üblichen Agar auf (im Gegensatz zum Ha-Fruchtkörpertypus), viel reicher und üppiger natürlich auf sterilem Pferdemist. Niemals wurde der Fall angetroffen (unter insgesamt 110 Einspormyzelien der Versuche 1—6), daß ein Einspormyzelium, welches Korallenfruchtkörper bildet, auch nur die Anlage eines Hutes, geschweige einen ganzen Ha-Fruchtkörper zu bilden imstande gewesen wäre, selbst bei monatelanger Kultur unter verschiedenen Außenbedingungen. Ebenso traten umgekehrt niemals auch nur die kleinsten Korallenformen in Einspormyzelkulturen des Ha-Fruchtkörpertypus auf. —

Auch beim koralloiden Typus sind individuelle Variationen in der Mächtigkeit, Größe, im Grad der dichotomen Verzweigung usw. leicht festzustellen, wenn auch die Variationsbreite keine so große wie beim Haplofruchtkörpertypus ist.

Der koralloide Typus muß jedenfalls als eine Hemmungsbildung aufgefaßt werden. Da die Vertreter dieses Typus nie zur Sporenbildung kommen, kann nur auf indirekte Weise (vgl. die Versuche 2—6) erwiesen werden, ob der Hemmungsfaktor, der die formative Fruchtkörperentwicklung in so ganz andere Bahnen ablenkt [1]), ein mendelndes Gen ist, ob also die beiden besprochenen Fruchtkörpertypen erblich sind, wofür bereits in diesem Versuche gewisse Anzeichen sprechen.

---

[1]) Daß hierbei gerade koralloide, wenn auch sterile Fruchtkörperformen, wie bei ganz anderen Hymenomyzetengruppen, entstehen, kann vielleicht einen phylogenetischen Hinweis nahelegen. Jedenfalls zeigt sich, daß bei einem Angehörigen der streng einhütigen Agaricaceen bei Störung des normalen Entwicklungsablaufs durch einen einzigen mendelnden Faktorenkomplex der koralloide Fruchtkörpertypus entwicklungsmechanisch — wenn auch nicht funktionell — realisierbar ist. Diese experimentell bisher noch nicht beobachtete Tatsache beleuchtet nach Auffassung des Verf. die relativ engen entwicklungsmechanischen Zusammenhänge der verschiedenen Fruchtkörperformen bei den Hymenomyzeten. — Derartige koralloide Fruchtkörperformen in verschieden weit vorgeschrittener Ausbildung sind bereits bei 6 anderen Gattungen der Agaricaceen beobachtet worden (*Tricholoma, Pleurotus, Lentinus, Cortinarius, Mycena, Hypholoma*). Die diesbezügliche Literatur findet sich bei Penzig (I, 3. Bd., S. 590—611) zusammengestellt. Überall aber, wo sich bei diesen Fällen über die Ätiologie dieser Bildungen Angaben finden, wird betont, daß sie sich unter dem Einflusse völliger Dunkelheit an sehr feuchten Orten (*Lentinus lepideus* Fr., *Cortinarius miltinus, Hypholoma fasciculare*) entwickelten. Daß es sich um Haploformen handelt, ist ohne weiteres nicht anzunehmen, ja sehr unwahrscheinlich. Es zeigt sich daher neuerdings, was schon bei Besprechung des Ha-Fruchtkörpertypus von *C. ephemerus* hervorgehoben wurde, daß die entwicklungsmechanisch gleichbedeutende Protoplasmasituation einmal rein durch Außenfaktoren, das andere Mal durch ein mendelndes Gen hervorgerufen sein kann.

Deutung des Versuches 1: Die Rasse D von *C. ephemerus* ist offenbar heterothallisch. Zur Erfüllung des gesamten Entwicklungszyklus bis zum normal sporenden Fruchtkörper sind Einspormyzelien nicht befähigt; hierzu sind Mischkulturen bzw. ganz bestimmte Einspormyzelkombinationen (siehe Vers. 2, Tab. 32) nötig.

Das Verhalten des Einspormyzels D_{10} ist sicherlich auf einen Fehler beim Isolieren der keimenden Spore zurückzuführen, so daß D_{10} in Wahrheit als Mischmyzel zu betrachten ist. Unter den im Verlaufe aller Versuche mit dieser Rasse isolierten und daraufhin geprüften **110** Einspormyzelien ist D_{10} der einzige derartige Fall geblieben. Eine Deutung, wie sie VANDENDRIES (II) in entfernt ähnlichen Fällen bei *Panaeolus* gibt, daß es einzelne „hermaphrodite" Haplonten gibt, erschiene allzu selbstsicher auf eine absolut fehlerfreie Methodik pochend. Einprozentige Versuchsfehler bei der Einspormyzelisolierung können — und müssen vorkommen (vgl. S. 12). Aus diesem Grunde wurde auch die Nachkommenschaft von D_{10}, da identisch mit D(M), nicht weiter verfolgt.

Versuch 2. Von den 30 brauchbaren Einspormyzelien des Versuches 1 wurden 24 Einspormyzelien dazu verwendet, die bereits erkannte Heterothallie näher aufzuklären und festzustellen, ob *C. ephemerus* dem Zweierschema (vgl. S. 32) bzw. dem Viererschema (vgl. S. 58) folgt oder als schnallenlose Form ein ganz anderes Verhalten aufweist.

Als Kriterium für die erfolgte Kopulation in den einzelnen Paarkombinationen wird, wie bereits S. 97 näher erörtert, das Auftreten der normal sporenden und gestreckten diploiden Fruchtkörper benützt, die von beiden schon in Einsporkulturen beobachteten Fruchtkörpertypen (Kor.- und Ha-Typus) völlig scharf und eindeutig zu unterscheiden waren [1]).

Am 24. 12. 1923 werden D_1—D_8 in allen möglichen Kombinationen miteinander gepaart und zwar — zur Kontrolle — in **2** Serien mit verschieden gestalteten Versuchsgefäßen. Nährboden in beiden Serien unausgekochter, aber gut durchfeuchteter sterilisierter Pferdemist.

Beide Serien lieferten ganz übereinstimmende Resultate. Ab 10. 1. 1924 traten in den einzelnen Kombinationen Fruchtkörper-

[1]) Nur die erwähnten, manchmal auftretenden sporenlosen Diplofruchtkörper (vgl. S. 104) haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den +Varianten der Fruchtkörper des Ha-Typus (z. B. D_4, D_5 usw.) — sind aber durch normale Streckung, Mangel sonstiger Korrelationsstörungen usw. trotzdem unschwer von diesen zu unterscheiden.

anlagen auf. Die erste Generation der diploiden normalen Fruchtkörper sporte in der Zeit vom 15. 1. bis 24. 1. und wenige Tage darauf die zweite Generation. Die Ha-Fruchtkörper traten ebenfalls in zwei Generationen auf, und zwar die 1. Generation etwa 17. 1. bis 19. 1. und die 2. Generation 22. 1. bis 24. 1. Daß die zweite Fruchtkörpergeneration besser entwickelt ist, bestätigt sich auch hier.

Die für beide Parallelserien gesondert geführten Versuchsprotokolle sind — aus Gründen der Raumersparnis — in der Tab. Nr. 32 zusammengefaßt.

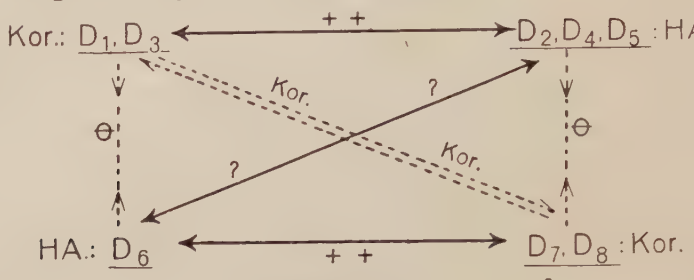
Tabelle Nr. 32.

D	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Kor. (+)	†† 18. 1. —	Kor.|Kor.	†† 17.1. 20.1.	†† 18.1. 23.1.	ø |Kor.	= Kor.	= Kor.
2	†† 18. 1. —	Ha (mittel)	†† 16.1. 22.1.	Ha | Ha	Ha | ø	Ha (wie im D_2)	Kor.| Ha	Kor.| Ha
3	Kor.|Kor.	†† 16.1. 22.1.	Kor. (+)	†† 17.1. 21.1.	†† 18.1. 23.1.	ø |Kor.	= Kor.	= Kor.
4	†† 17.1. 20.1.	Ha | Ha	†† 17.1. 21.1.	Ha (+)	Ha | Ha	Ha (wie in D_4)	Kor.| Ha	Kor.| Ha
5	†† 18.1. 23.1.	ø | Ha	†† 18.1. 23.1.	Ha | Ha	Ha (+)	Ha (wie in D_5)	Kor.| Ha	Kor.| Ha
6	Kor. ø	Ha (wie in D_2)	Kor.| ø	Ha (wie in D_4)	Ha (wie in D_5)	Ha (—)	†† 19.1. 25.1.	†† 20.—24. 1.
7	= Kor.	Ha |Kor.	= Kor.	Ha |Kor.	Ha |Kor.	†† 13.1. 25.1.	Kor. (mittel)	Kor.|Kor.
8	= Kor.	Ha |Kor.	= Kor.	Ha |Kor.	Ha |Kor.	†† 20.—24. 1.	Kor.|Kor.	Kor. (—)

Zeichenerklärung:

†† normale, gestreckte, schwarzsporende, zerfließende Diplofruchtkörper,
16. 1. 22. 1. Datum des Absporens für die beiden Paralellserien,
Kor. haploide Fruchtkörperanlage von koralloidem Typus,
Ha haploide Fruchtkörperanlage mit Hutausbildung (Haplofruchtkörpertypus),
(+) (mittel) (—) Plus-, Minus-Varianten und Normalformen dieser beiden Typen,
| Rille, deutlich sichtbar zwischen beiden Kombinationspartnern,
= Kor. das ganze Feld gleichmäßig und übersichtlich von einem einheitlichen Korallenfruchtkörpertyp besetzt. Die beiden Kor.-Partner der Kombination nicht mehr zu erkennen.

Schematisch läßt sich das in Tab. Nr. 32 festgelegte Kombinationsergebnis folgendermaßen darstellen:



Schema Nr. 11.

Vertreter der so gefundenen vier verschiedenen Gruppen von Haplonten, und zwar D_3, D_6, D_7, D_5, wurden nun mit den restlichen 16 Einspormyzelien kombiniert. Tab. Nr. 33 soll den Ausfall dieser Kombinationen aus Raumrücksichten nur für die Hälfte der geprüften Haplonten belegen.

Tabelle Nr. 33.

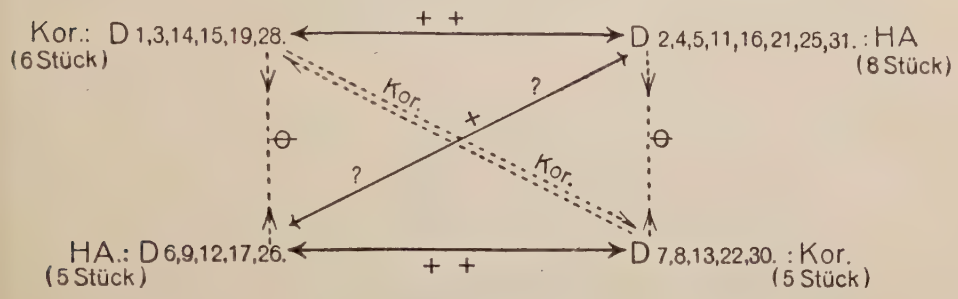
Geimpft: 18. 1. 1924. Kontrolle: 5.—9. 2.

Myzel-bezeichnung	Ergibt mit sich selbst (s. Versuch 1, Tab. Nr. 31)	$\times D_3$ (Kor. +)	$\times D_6$ (HA —)	$\times D_7$ (Kor. mittel)	$\times D_5$ (HA +)
D_9	HA (mittel)	HA | Kor.	HA | ø	††	††
D_{11}	HA (+)	††	††	HA | Kor.	HA | HA
D_{12}	HA (—)	HA (—) Kor.	ø | ø	††	††
D_{13}	Kor. (—)	= Kor.	††	Kor. | Kor.	Kor. | HA
D_{14}	Kor. (—)	ø | Kor.	ø | HA	= Kor.	††
D_{15}	Kor.	Kor. | Kor.	Kor. | ø	= Kor.	††
D_{16}	HA (—)	††	††	HA | ?	ø | HA

Zeichenerklärung wie bei vorstehender Tab. Nr. 35, nur †† = normal gestreckter, jedoch sporenloser Diplofruchtkörper.

Das Ergebnis dieses Versuches soll erst gemeinsam mit dem des folgenden Versuchs (Nr. 3) besprochen und gedeutet werden. Hervorzuheben wäre nur schon hier, daß bei Analyse von insgesamt

24 Einspormyzelien der Rasse D nicht mehr als vier Haplontengruppen gefunden wurden (im Zahlenverhältnisse 6 : 5 : 8 : 5!), daß also das oben für die ersten acht Einspormyzelien (D_1—D_8) gegebene Schema in der nachfolgenden Weise zu ergänzen wäre:



Schema Nr. 12.

Versuch 3. — Analyse der F_1. Zur Analyse der F_1-Generation wurde eine Kombination des Versuches 2 ausgewählt, bei der beide Eltern, hinsichtlich der Fähigkeit, Fruchtkörper anzulegen, + Varianten sind (vgl. Versuch 1, S. 106). Eine solche Kombination ist D (3×5), abgesport am 19. 1. 1924 (vgl. Tab. Nr. 32). Die Hoffnung, hier möglichst scharfe Ergebnisse zu erhalten, da die — Varianten der einzelnen Typen (vgl. D_6, D_7, D_8 des Versuches 2) weit schwieriger zu wertende Resultate ergeben, verwirklichte sich in der Tat, wie die Kombinationstabelle Nr. 34 zeigt.

Von den keimenden Sporen eines Hutes dieser Kombination D(3×5) werden am 22. 1. 1924 23 Einspormyzelien isoliert, D—F_1/1—23, und in derselben Weise wie in Versuch 1 weiter kultiviert. Die Kultur auf sterilem Pferdemist ergibt, daß **12** Einspormyzelien gleich dem einen Elter, **D_5**, dem Ha-Fruchtkörpertypus angehören, die übrigen **11** Einspormyzelien gleich dem anderen Elter, **D_3**, nur koralloide Fruchtkörperanlagen zu bilden vermögen; Ha- : Kor.-Typus steht demnach im Verhältnis 12 : 11. Wiederum waren innerhalb dieser beiden Klassen + und — Varianten sowie Durchschnittsformen feststellbar.

Die Kombination der ersten acht Einspormyzelien (D — F_1/1—8) untereinander in jeder möglichen Weise zeigt Tab. Nr. 34a, die Rückkombination mit den vier Haplontentypen der P_1, (D_3, D_6; D_7, D_5) Tab. Nr. 34b.

Die übrigen Einspormyzelien D — F_1/9—23 wurden nun mit D—F_1/5 bzw. D—F_1/6 (beide dem Ha-Typus angehörend, vgl. Tab. Nr. 34a) als Tester kombiniert. Jedes der Einspormyzelien bildete

Tabelle Nr. 34 (a und b).

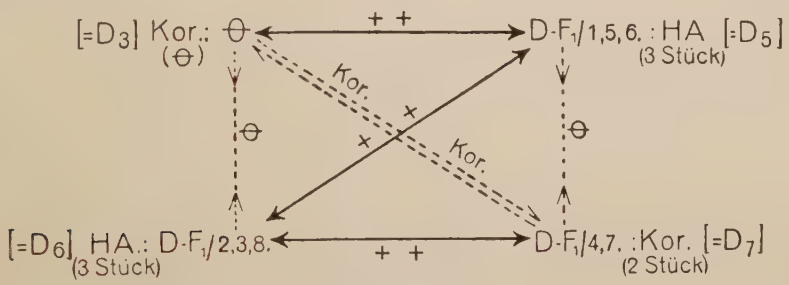
Geimpft: 29. 1. 1924. Kontrolle: 15. 2.—23. 2.

	a								b (Rückkombination)			
D—F_1	1	2	3	4	5	6	7	8	×D_3 (Kor. +)	×D_6 (Ha —)	×D_7 (Kor.)	×D_5 (Ha +)
1	Ha (mittel)	†† 17. 2.	†† 23. 2.	Kor. | Ha	Ha | Ha	Ha | Ha	Kor. (—) | Ha	†† 15. 2.	†† 20. 2.	†† 19. 2.	Kor. | ø	Ha | Ha
2	†† 17. 2.	Ha (—)	ø | ø	†† 16.2. 21.2.	†† 19. 2.	†† 19.2. 21.2.	†† 18.2. 19.2.	ø | ø	Kor. | ø	ø | ø	†† 20. 2.	†† 21. 2.
3	†† 23. 2.	ø | ø	Ha (—)	†† 18.2. 21.2.	†† 27. 2.	†† 20. 2.	†† 21. 2.	Ha | ø	Kor. | ø	ø | ø	†† 19. 2. angeb.	†† 27. 2.
4	Kor. | Ha	†† 16.2. 21.2.	†† 18.2. 21.2.	Kor. (+)	Ha | Kor.	Ha | Kor.	Kor. (—) | Kor.	†† 17.2. 21.2.	= Kor. 19. 2.	†† 27. 2.	Kor. | Kor.	Ha | Kor.
5	Ha | Ha	†† 19. 2.	†† 27. 2.	Kor. | Ha	Ha (mittel)	Ha | ø	Kor. (—) | ø	†† 17. 2.	†† 20. 2.	†† 23. 2.	Kor. | ø	Ha | Ha
6	Ha | Ha	†† 18.2. 21.2.	†† 20. 2.	Kor. | Ha	ø | Ha	Ha (+)	Kor. (—) | Ha	†† 17. 2.	†† 15. 2.	†† 21. 2.	Kor. | ø	Ha | ø?
7	Ha | Kor. (—)	†† 18.2. 19.2.	†† 21. 2.	Kor. | Kor. (—)	ø | Kor. (—)	Ha | Kor. (—)	Kor. (—)	†† 20. 2.	= Kor. 17. 2.	†† 17. 2. angeb.	Kor. | Kor.	Ha | Kor.
8	†† 15. 2.	ø | ø	ø | Ha	†† 17.2. 21.2.	†† 17. 2.	†† 19. 2.	†† 22. 2.	Ha (mittel)	Kor. | ø	ø | Ha	†† 23. 2.	†† 20. 2.

Zeichenerklärung: vgl. Tabl. Nr. 32 und 33; angeb. = Sporen angebaut zur Analyse der Rückkreuzungsnachkommenschaft für Versuche 5a. und 5b. Die Daten beziehen sich auf das normale Sporenstreuen der Diplofruchtkörper.

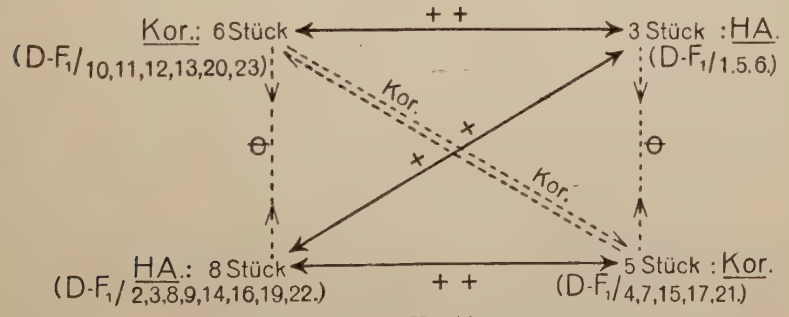
— erwartungsgemäß — mit einem der beiden Tester normal-sporende Diplofruchtkörper, mit dem anderen nicht. Aus Raumrücksichten kann das eingehende Protokoll nicht tabellarisch wiedergegeben werden.

Für die ersten acht Einspormyzelien D—F_1/1—8 ergibt sich, wie aus Tab. Nr. 34 a u. b (Rückkreuzungen) zu entnehmen, folgendes Schema:



Schema Nr. 13.

Eine der vier, nach Versuch 2 wiederum zu erwartenden Haplontengruppen (und zwar die $= D_3$) fehlt, ist aber in den weiteren Einspormyzelien D—F_1/9—23 enthalten, so daß sich das Schema für die gesamten analysierten Haplonten der F_1 folgendermaßen darstellt:



Schema Nr. 14.

Die vier Haplontengruppen erscheinen daher im Zahlenverhältnisse **5 : 8 : 5 : 3**, also trotz der kleinen Zahlen ganz ähnlich gleichmäßig wie in der P_1 (vgl. Versuch 2, S. 113).

Besprechung und Deutung der Versuche 2 und 3. Die beiden Versuche bestätigen zunächst das Ergebnis von Versuch 1 — die Heterothallie von *C. ephemerus*, Rasse D. Gewisse Kombinationen von Haplonten führen zur Bildung normaler, gestreckter, reichlich Sporen streuender, schwarz zerfließender Fruchtkörper (in

den Tab. Nr. 32—34 mit †† bezeichnet), während bei anderen Kombinationen die beiden Partner sich deutlich abstoßen. Eine scharfe Rille (| in den Tab.) ist dann zwischen den Luftmyzelien der beiden nicht kopulierenden Haplonten feststellbar, die auch ganz unabhängig voneinander in der ihnen eigentümlichen Form zur Anlage haploider Fruchtkörper (Ha- bzw. Kor.-Typus) schreiten. Ohne besondere Bezeichnung lassen sich die beiden Partner einer solchen Kombination identifizieren, nicht nur bei Kombinationen Ha | Kor., sondern auch bei Ha | Ha, da selbst die individuelle Eigentümlichkeit (+ und — Variante, Mittelform) der Haplonten nebeneinander bestehen bleibt. Zu erwähnen ist nur, daß manchmal eine — Variante des Ha-Fruchtkörpertypus, welche für sich allein nur spät, kümmerlich oder gar nicht (Ø der Tabellen) braunhütige Haplofruchtkörper gebildet hat, durch den Einfluß (Stoffwechselprodukte?) des unabhängig wachsenden, nicht kopulierenden Impfpartners dazu angeregt wird, Ha-Fruchtkörper gemäß seiner wahren Natur und Fähigkeit zu entwickeln und zwar derart, wie es eine + Variante oder Mittelform dieses Typus in Reinkultur tut.

Wie die Tab. Nr. 32—34 und die Schemata Nr. 12—14 zeigen, erscheinen vier Gruppen von Haplonten in ungefähr gleichem Zahlenverhältnisse, und zwar je zwei Haplontengruppen vom koralloiden (Kor.) und zwei vom Ha-Fruchtkörpertypus (Ha).

Durchgehends normale, sporende Diplofruchtkörper lieferte die Kombination einer Gruppe vom Kor.-Typus mit einer Gruppe vom Ha-Typus, während die vertauschten Kombinationen rillengetrennt und im haploiden Zustande verblieben. Die Entscheidung, ob es sich also um eine Heterothallie nach dem bekannten Viererschema oder aber bloß um ein etwas modifiziertes Zweierschema, bzw. eine Übergangsform zwischen beiden, ähnlich wie die bei *C. picaceus*, handelt, brachte der Ausfall der Kombinationen einerseits zwischen den beiden Kor.-Gruppen, andererseits zwischen den beiden Ha-Gruppen (also Kor. × Kor. und Ha × Ha).

Während zwei koralloide Haplonten derselben Gruppenzugehörigkeit, miteinander kombiniert, deutlich rillengeschieden wuchsen und jeder der Partner die ihm zukommende individuelle Form von koralloiden Fruchtkörperanlagen ausbildete (Kor. | Kor. der Tab.), entstanden bei der Paarung von koralloiden Haplonten der beiden verschiedenen Kor.-Gruppen auf der ganzen zur Verfügung stehenden Fläche gleichmäßig, dicht und üppig koralloide Fruchtkörperanlagen, oft von besonderer Größe (bis 4 cm hoch), in

den Tabellen als Kor. bezeichnet. Bei ihnen war nichts mehr vom Individualhabitus der beiden Partner zu erkennen.

Die Deutung dieses nicht zu übersehenden Unterschiedes liegt auf der Hand. Bei allen in den Tabellen mit Kor. bezeichneten Paarungen erfolgte Kopulation, es wären demnach normale, sporende Diplofruchtkörper zu erwarten gewesen. Da aber beide Partner zwar von verschiedener Geschlechtsgruppe, aber gleicherweise Kor.-Haplonten sind, d. h. da ihnen beiden die Fähigkeit zur Differenzierung eines hymeniumtragenden Hutes mangelt, kann auch die Zygote diese Eigenschaft nicht besitzen, sofern es sich dabei wirklich um ein erbliches Gen handelt (vgl. S. 121) [1]).

Die Kombination zwischen Haplonten der beiden Ha-Gruppen zeigt nun ebenfalls eigentümliche Verhältnisse. Nicht alle Paarungen von Ha × Ha verschiedener Gruppenzugehörigkeit ergeben völlig normale, sporende, schwarzzerfließende Fruchtkörper, wie zu erwarten, besonders bei Verwendung von — Varianten (D_6 in Versuch 2, vgl. Tab. Nr. 33 und 34) als Tester. Es treten vielmehr normal gestreckte Fruchtkörper ohne sichtbare Korrelationsstörungen auf, die aber sporenlos aufspannen (in den Tab. als †† bezeichnet). Anscheinend wird durch die Homozygotie im Faktor für Hutbildung leicht dasselbe hervorgerufen wie durch zu üppigen Nährboden: völlig normale, diploide Fruchtkörper ohne Sporenbildung. Bei Analyse der F_1, die, wie bereits betont, zwei + Varianten als Eltern hatte, ergab sich aber schon ein Zurücktreten dieser sporenlos diploiden (††) Fruchtkörper bei Paarung von Ha × Ha verschiedener Gruppenzugehörigkeit, wie die völlig normal sporenden Diplofruchtköper von D—F_1/1 × 2, 2 × 5, 2 × 6, 3 × 6, 8 × 5, 8 × 6 (vgl. Tab. Nr. 34 a) erkennen lassen.

Versuch 2 und 3 ($\mathbf{P_1}$ und $\mathbf{F_1}$ derselben Rasse) ergeben daher: *C. ephemerus*, Rasse D ist heterothallisch nach dem Zweierschema [2]), wie die in Abschnitt III behandelten, schnallenführenden *Coprinus*-Arten. Es liegt demnach nur ein kopulationsbedingendes mendelndes Faktorenpaar vor ($A_1 \longleftrightarrow A_2$). Komplizierend tritt je-

[1]) Der zytologische Nachweis der erfolgten Kopulation ist in diesem Falle nicht durchführbar, da (vgl. S. 123) die haploiden Fruchtkörperanlagen noch vielkernig sind, der einzige Ort, wo die Paarkerne mit Sicherheit feststellbar sind, das junge Hymenium, jedoch nicht zur Ausbildung gelangt.

[2]) Die auf S. 112 und S. 115 gegebenen zusammenfassenden Schemata der Versuche 2 und 3 wären daher, durch Ineinanderlegung, richtiger zu formulieren: D/1, 3, 14, 15, 19, 28 | 6, 9, 12, 17, 26 ⟷ D/7, 8, 13, 22, 30 | 2, 4, 5, 11, 16, 21, 25, 31 und D-F_1/10, 11, 12, 13, 20, 23 | 2, 3, 8, 9, 14, 16, 19, 22 ⟷ D-F_1/4, 7, 15, 17, 23 | 1, 5, 6.

doch bei *C. ephemerus* Rasse D der Umstand hinzu, daß zwei verschiedene Typen der Fruchtkörperbildung (Kor. und Ha) im haploiden Zustande auftreten, die anscheinend — zwingend wird dies erst durch den folgenden Versuch 6 (vgl. S. 120) dargetan — auf ein frei und unabhängig davon mendelndes zweites Faktorenpaar zurückzuführen sind. Da die im Faktor für Kor. homozygote Kombination begreiflicherweise keine sporenden Fruchtkörperhüte auszubilden vermag, wird ein Zförmiges Hetherothallieschema vorgetäuscht, welches sonst als Übergangsform zwischen Zweier- und Viererschema aufzufassen gewesen wäre, ähnlich wie das Durchbrechungsschema bei *C. picaceus* und in gewissen Fällen bei *Schizophyllum commune* (vgl. S. 91 ff.) eine solche Übergangsform in anderer Richtung darstellt. Jedenfalls ist das Eigenschaftspaar Kor.—Ha kein sekundäres Geschlechtsmerkmal, sondern mendelt unabhängig vom Sterilitätsfaktor.

Versuch 4. Analyse der Nachkommenschaft eines Haplofruchtkörpers. Wie bereits erwähnt, bilden die + Varianten unter den hutbildenden Haplonten [Ha (+)] an den Lamellen der aufschirmenden und sehr langsam zerfließenden haploiden Fruchtkörper vereinzelt oder zahlreicher verstreute, sporentragende Basidien in ihrem Hymenium aus. Von einem richtigen „Sporenstreuen“ kann jedoch nicht die Rede sein. Der Sporenabschleuderungsmechanismus (vgl. Buller III, S. 1—43) scheint ebenso wie das rasche „Zerfließen“ in seinem korrelativen Ablaufe gestört zu sein.

Streift man jedoch solche Lamellen auf einer Agarplatte ab, so findet man die vereinzelten, blaßgelben (halbfertigen) bis schwarzen (vollentwickelten) Sporen nun abgetrennt auf der Agaroberfläche haften. Sie zeigen eine unerwartet gute, rasche Keimung.

Am 2. 2. 1924 werden auf diese Weise 12 Einspormyzelien von einem Ha-Fruchtkörper der + Variante D_4 (vgl. Tab. Nr. 32) isoliert. Vier hiervon müssen wegen Bakterienverunreinigung ausgeschaltet werden, die anderen acht $D_4/1$—$D_4/8$ werden für sich allein sowie in sämtlichen möglichen Kombinationen am 16. 2. auf sterilisierten Pferdemist geimpft. Zur Kontrolle (wegen der kleinen Haplontenzahl) wird auch ein Mischmyzel aus der ursprünglichen Abstreif-Agarplatte in Pferdemistkolben übertragen, D_4(M).

Die Selbstkombinationen der acht Myzelien $D_4/1$—$D_4/8$ bildeten in der Zeit vom 12. 3. bis 24. 3. alle halbgestreckte, einigermaßen aufspannende Fruchtkörper vom individuellen Habitus D_4 aus. Mit ± vereinzelten Sporentetraden (reifenden Basidien) im Hymenium, wie D_4, spannten auf: 12. 3. $D_4/8$, 14. 3. $D_4/3$, 23./3. $D_4/2$, 24 3. $D_4/1$; ohne irgendwelche Sporenbildung schirmte auf: 12. 3. $D_4/6$, 14. 3.

$D_4/5$, 23. 3 $D_4/7$, 24. 3. $D_4/4$ [1]). Die zeitliche Abfolge des Aufspannens steht also nicht im Zusammenhange damit, ob Sporen vereinzelt im haploiden Hymenium ausgebildet werden oder nicht.

Die Nachkommenschaft der haploiden + Variante **D_4** besteht daher ebenfalls aus lauter + Varianten, wenn auch innerhalb dieser + Varianten eine kleine Variationsweite gegen die Mittelform [Ha (mittel)] hin festzustellen ist, nämlich von Ha-Fruchtkörpern mit relativ reichlichen Sporen, wie auch D_4 es war, zu ebenfalls halbgestreckt aufspannenden, zerfließenden, aber ganz sporenlosen Ha-Fruchtkörpern.

In sämtlichen 28 Paarkombinationen, sowie in D_4(M) traten gleichfalls nur verschieden weit ausgebildete Ha-Fruchtkörper auf, niemals jedoch normale, sporende Diplofruchtkörper oder koralloide Formen. Der Versuch beweist dadurch rein experimentell, daß es sich bei den sporentragenden + Varianten des Ha-Fruchtkörpertypus tatsächlich um haploide bzw. autogame Fruchtkörper handelt [2]) und bekräftigt indirekt die Auffassung, daß der beschriebene koralloide Typus durch ein mendelndes Gen hervorgerufen sein muß [3]).

Versuch 5. Rückkreuzungen. — Zur Sicherstellung der Ergebnisse von Versuch 1—3 wird weiterhin die Nachkommenschaft zweier, in Versuch 3 (vgl. Tab. Nr. 34 b) durchgeführter Rückkreuzungen analysiert, und zwar D—$F_1/3$ [Ha (—)] × D_7 [Kor. (—)] und D—$F_1/7$ [Kor.] × D_6 [Ha (—)].

a) **D—$F_1/3$ × D_7**. Die Kombination sport reich am 19. 2. 1924. Die Sporen eines Hutes werden sofort angebaut und am 20. 2. Einspormyzelien isoliert. Unter 14 auf sterilisiertem Mist weiter gezogenen Haplonten waren 5 vom koralloiden und 9 vom Haplofruchtkörpertypus. Der Umstand, daß beide Eltern — Varianten hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Fruchtkörperbildung waren, macht sich in der Nachkommenschaft nicht bemerkbar, — es treten wiederum + Varianten, Mittelformen und — Varianten in beiden Fruchtkörpertypen auf. Zehn Einspormyzelien werden miteinander in allen möglichen Kombinationen gepaart und stichprobenweise

---

[1]) $D_4/6$ und $D_4/5$ zeigten auch am 23. 3. auf neu erwachsenen Ha~Fruchtkörpern keine Sporen.

[2]) Sonst müßten zumindest wie in Versuch 6 die beiden miteinander normal kopulierenden Geschlechtsformen, also das klare „Zweierschema" auftreten.

[3]) Anmerkung bei der Korrektur: Inzwischen liegt bereits die vierte asexuelle Generation sporenbildender Haplofruchtkörper von D_4 vor, ohne daß sich die Verhältnisse geändert hätten.

auch rückgekreuzt. Die Wiedergabe der Kombinationstabelle soll aus Raumrücksichten unterbleiben, zumal sich ganz mit Versuch 2 und 3 übereinstimmende Verhältnisse zeigen. Unter den 10 Haplonten waren wiederum die vier mit D—P_1 identischen Typen vorhanden, im Verhältnisse 2 : 2 : 1 : 5. Einer der Haplonten zeigte die Eigentümlichkeit, daß sämtliche Diplokombinationen, an denen er teilnahm, sporenlose Diplofruchtkörper lieferte, eine individuelle Myzelvariation, wie sie auch bei anderen Arten beobachtet und bereits erwähnt wurde. Alle anderen kopulierenden Kombinationen (natürlich mit Ausnahme wieder von Kor. × Kor.) bildeten ± reich sporende, normale Fruchtkörper.

b) **D—F_1/7 × D_6**. Die Kombination sport am 17. 2.; die Sporen eines Hutes werden sofort zur Isolierung von Einspormyzelien angebaut. Von **12** geprüften Haplonten waren **7** koralloid und **5** vom Ha-Fruchtkörpertypus. Die durch Kombination und Rückkreuzung mit den Eltern bestimmten üblichen 4 Haplontentypen waren in den Zahlen 3 : 2 : 4 : 3 vertreten, ein besonders gleichmäßiges Ergebnis.

Versuch 6. Analyse einer in Ha homozygoten Kombination. Als „experimentum crucis" für die Auffassung einer genotypischen Fixierung der Fähigkeit, haploide Fruchtkörperanlagen nach dem Ha —, bzw. Kor. — Typus auszubilden, wird die Paarung A_1(Ha) × A_2(Ha), also eine der Diagonalkombinationen in den vorstehenden Schemata (S. 113 und 115) in ihrer Nachkommenschaft analysiert.

Zwei — Varianten vom Ha-Fruchtkörpertypus aus der Nachkommenschaft der Rückkreuzung: Versuch 5a D—F_1/3 [Ha (—)] × D_7 [Kor. (—)] erwiesen durch Bildung normaler, sporender Diplofruchtkörper bei ihrer Paarung ihre Zugehörigkeit zu den entgegengesetzten Geschlechtsformen. Die Sporen eines dieser Fruchtkörper [1]), bezeichnet als H, werden am 24. 3. gleich nach dem Streuen angebaut, am 25. 3. die Einspormyzelien isoliert, von denen sich am 2. 4. 1924 **32** als kombinationsfähig erweisen; H_1—H_{32}.

Durchgeführt wird von jedem der 32 Einspormyzelien die Selbstkombination und die Rückkreuzung mit beiden Eltern. Unter Verzicht auf Wiedergabe der diesbezüglichen Kombinationstabelle (96 Paarungen) sei bloß das Ergebnis des Versuches zusammengefaßt:

[1]) Es hätten hierzu ebensogut z. B. die Kombinationen D—F_1/1×2, D—F_1/2×5, D—F_1/5×8, D—F_1/2×6 oder D—F_1/3×6 oder D—F_1/6×8 aus Versuch 3 (vgl. Tab. Nr. 34) gewählt werden können.

1. Unter den Einspormyzelien H_1—H_{32} war, wie erwartet, kein einziger Haplont vom Korallentypus (Kor.). Bis zum 10. 5. sind in 28 E. Sp. Myz. ± weit ausgebildete Ha-Fruchtkörper feststellbar, H_{24} erweist sich als besonders hartnäckige Ha (—) ~ Variante, 3 Haplonten litten in ihrer Entwicklung durch Bakterienverunreinigung.

2. Die Rückkreuzung ergab für H_1—H_{32} ganz scharf Kopulation und normale Diplofruchtkörperbildung entweder mit dem einen oder dem anderen Elter. Es erscheinen daher bloß **zwei**, diesen Eltern gleichende Haplontengruppen im Zahlenverhältnisse 18:14; es spalten also nur die beiden Elterntypen heraus, nichts Neues tritt auf.

3. Die mögliche Annahme, daß bei der Kombination von zwei Ha-Fruchtkörper bildenden Haplonten verschiedener Gruppenzugehörigkeit keine Kopulation, sondern nur Förderung des Ha-Typus bis zu ± reicher Sporenbildung über die in Versuch 4 beschriebenen + Varianten z. B. D_4 hinaus erfolgt, ist, ganz abgesehen vom zytologischen Befunde, durch das Versuchsergebnis ausgeschlossen. In diesem Falle könnte nämlich, genau wie bei Versuch 4, in der Nachkommenschaft eines Hutes (H) nur eine Art von Haplonten und nicht zwei auftreten. Es handelt sich also auch bei Ha × Ha um eine wahre Kopulation.

Die zwei Fruchtkörpertypen im haploiden Zustande (Ha — Kor.) werden demnach durch ein mendelndes Faktorenpaar bedingt. Die aus der Rasse D experimentell gewonnene Zweigrasse H[1]), die ebensogut durch Zufall aus einer Mischkultur von D-Haplonten hätte gewonnen werden können, stellt die im Faktor für Ha-Fruchtkörper homozygote Rasse dar; sie läßt deshalb die bereits aus den Versuchen 2 und 3 erschlossene einfache Heterothallie nach dem Zweierschema in eindeutig-klarer Weise erkennen. Die Komplikation dieses schon von *C. Friesii*, *C. comatus* u. a. bekannten Zweierschemas durch ein die Ausbildung der Fruchtkörper bedingendes, frei mendelndes Genpaar ist daher nur eine scheinbare und überhaupt nur bei den — etwas bevorzugten — Heterozygotkombinationen vorhanden[2]).

---

[1]) Vorausgreifend sei hingewiesen, daß der im folgenden behandelte *C. curtus* ganz dieselben Verhältnisse zeigt, wie die Zweigrasse H von *C. ephemerus*.

[2]) Anmerkung bei der Korrektur: Unterdessen hat auch Zattler (I) zwei Fälle unabhängig vom Geschlechtstypus mendelnder morphologischer Merkmale bei *Schizophyllum* und *Collybia velutipes* festgestellt.

Überblick über die in den Versuchen 1—5 gewonnenen Zahlenresultate.

Da in den Versuchen 1—5 nur die Nachkommenschaft eines Hutes D in der P_1, F_1 und in zwei Rückkreuzungen analysiert wurde, wobei stets Heterozygoten im Faktor für Hutausbildung (Kor. × Ha) vorlagen, können die Teilergebnisse dieser Versuche ohne Bedenken zusammengefaßt und so ein Gesamtresultat mit größeren Zahlen gewonnen werden.

I. Versuch **1** und **2**. D. P_1—Gen.

Kor.: **13** + Ha: **17** u. zwar: $A_1(+)$: **11** (Kor.: **6** Ha: **5**) $A_2(-)$: **13** (Kor.: **5** Ha: **8**)

II. Versuch **3**. D. F_1—Gen.

Kor.: **11** + Ha: **12** u. zwar: $A_1(+)$: **14** (Kor.: **6** Ha: **8**) $A_2(-)$: **8** (Kor.: **5** Ha: **3**)

III. Versuch **5a**. D—$F_1/3 \times D_7$ (1. Rückkreuzung)

Kor.: **5** + Ha: **9** u. zwar: $A_1(+)$: **4** (Kor.: **2** Ha: **2**) $A_2(-)$: **6** (Kor.: **1** Ha: **5**)

IV. Versuch **5b**. D—$F_1/7 \times D_6$ (2. Rückkreuzung)

Kor.: **7** + Ha: **5** u. zwar: $A_1(+)$: **5** (Kor.: **3** Ha: **2**) $A_2(-)$: **7** (Kor.: **4** Ha: **3**)

Summe der vier Versuche: Kor.: 36 Ha: 43

hiervon näher analysiert 68 u. zwar

von den 79 zusammen analysierten Einspormyzelien; $A_1(+)$: **34** (Kor.: **17** Ha: **17**) $A_2(-)$: **34** (Kor.: **15** Ha: **19**)

Das Gesamtresultat: unter 68 Haplonten die **vier** möglichen Gruppen im Zahlenverhältnisse **17:17:15:19** (theoretisch 17:17:17:17) zeigt noch überzeugender als die trotz kleiner Zahlen auch schon ziemlich gleichmäßigen Teilergebnisse, daß die beiden Faktorenpaare $A_1(+) \sim A_2(-)$ bzw. Kor. ~ Ha völlig unabhängig voneinander mendeln und daß die Haplonten der vier Gruppen in Keimfähigkeit der Sporen und in ihrer Wachstumsgeschwindigkeit derart weitgehend übereinstimmen, daß eine unbewußte Selektion bei der Isolierung ausgeschlossen erscheint [1]).

[1]) Ganz dasselbe gleichmäßig Verhalten wiesen die vier Haplontentypen von *C. fimetarius* (vgl. S. 66) und anderer Arten, die gemäß dem Viererschema aufspalten, auf. — Hier wie dort konnte man sicher sein, schon in zehn wahllos hintereinander isolierten Einspormyzelien alle vier Typen zu erhalten, wie eine genaue Durchsicht der Protokolle ergab. Versuchszahlen von 30—60 Haplonten liefern schon derart mit der Theorie übereinstimmende Resultate, daß nur eine Steigerung der

II. Analyse von Dw.

Am 23. 1. 1924 werden 16 Einspormyzelien isoliert, Dw/1—Dw/16. Es zeigen sich dieselben Verhältnisse wie bei der Rasse D; ein Teil der Einspormyzelien vermag haploide, braunhütige Fruchtkörper zu bilden, der andere weist nur haploide, korralloide Fruchtkörperanlagen auf. Eine Kombination von 7 Einspormyzelien in allen möglichen Paarungen lieferte ein den Tab. Nr. 32 und 34 völlig entsprechendes Ergebnis, so daß auf eine tabellarische Wiedergabe verzichtet wird. Schon unter diesen sieben Einspormyzelien waren die erwarteten vier Haplontentypen vorhanden. Ihre Rückkreuzung mit den Vertretern der vier Haplontengruppen von D(D_3, D_6; D_7, D_5) ergab die völlige Übereinstimmung je einer Gruppe von Dw mit einer von D.

Der Fruchtkörper Dw ist demnach identisch mit dem früheren Fruchtkörper D; er besitzt dasselbe Paar von Sterilitätsfaktoren und ist heterozygot hinsichtlich des Faktors für Hutbildung (Kor.×Ha).

Somit konnte, da der Pilz weiterhin nicht gefunden wurde, für *C. ephemerus* **keine** multiplen Allelomorphen im Sterilitätsfaktor bei verschiedenen Standortsrassen nachgewiesen werden, wie dies für die schnallenführenden *Coprini* nach dem Zweierschema (*C. Friesii* und *C. comatus*, vgl. Abschn. III) gelang. Trotzdem wurde das Geschlechtsverhalten von *C. ephemerus* mit $A_1 \longleftrightarrow A_2$ und nicht mit + und — formuliert, da nichts dem Wahrscheinlichkeitsschlusse entgegensteht, daß auch *C. ephemerus*, „geographische Rassen", aufweist.

Die Kernverhältnisse von *C. ephemerus.*

Die Untersuchung der Kernverhältnisse konnte die Angaben von Harper (I) und Nichols (I) bestätigen und die vorhandenen Lücken ausfüllen. Aus der keimenden Spore entspringt ein vielkerniges Haplomyzel, das sich in seinem Kernzustande nicht unterscheidet von dem bei Kopulation entgegengesetzt geschlechtlicher Haplonten entstehenden Diplomyzel. Die Vielkernigkeit wird auch in das Fruchtkörpergewebe mitgeschleppt und reicht bis in die Trama der Lamellen. Erst an den ganz jungen Hymenialelementen (Basidien und Paraphysen) kann man einen einzigen Paarkern erkennen. Sowohl in Basidien wie in Paraphysen erfolgt, wie sich zweifellos feststellen läßt, Kernverschmelzung und Bildung eines vielfach vergrößerten Fusionskernes. Reduktionsteilung setzt jedoch nur in den Basidien ein.

Versuchszahlen in viele Hunderte, wie es z. B. Claussen (I) bei Bestimmung des Geschlechtsverhältnisses beim Erreger der Kalkbrut in vorbildlicher Weise tat, eine noch weitergehende Übereinstimmung erbracht hätte, die aber nach Meinung des Verf. die hiermit verbundene Aufwendung an Zeit und Material (da es sich ja um Reinkulturmethodik handelt) nicht gerechtfertigt hätte.

2. *Coprinus curtus* KALKBR.

MASSEE, l. c. Nr. 129, S. 173; LANGE, l. c. Nr. 22, S. 45 (Abb. Taf. I, Fig. h).

Versuchsmaterial. Die Art trat im November 1922 auf ausgelegten Pferde- und Kuhmistproben in Berlin-Dahlem auf[1]).

Beschreibung der Art. Die Form wurde anfangs für *C. ephemerus* gehalten. In der Tat ähnelt sie dem im vorangehenden behandelten *C. ephemerus* (Rasse D) außerordentlich. Erst ein genauerer morphologischer und physiologischer Vergleich beider Arten ließ folgende Unterschiede zwischen beiden feststellen: Die Sporen von *C. curtus* sind größer, schwärzer uud etwas anders geformt als die von *C. ephemerus* (vgl. Fig. 3, 7). Der Hut ist in der Jugend rostrot bis rehbraun, niemals nackt, sondern mit einer kleiigen, hellbraunen Volva bekleidet, die alsbald in kleine Partikelchen zerreißt. — Die Keimung der Sporen erfolgt etwas langsamer wie bei *C. ephemerus*, auch ist die Anlage des ersten Keimschlauches habituell verschieden. Auffällig ist ferner das verschiedene Temperaturoptimum für das Wachstum der Einspormyzelien bei den beiden Arten. Während *C. ephemerus* (Rasse D) bei Zimmertemperatur (18° C) das Myzel rasch und üppig entwickelt, bei 35° C im Thermostaten im Wachstum aber stark zurückbleibt, verhält sich *C. curtus* gerade umgekehrt: bei 35° im Thermostaten ist Wachstum und Myzelentwicklung um mehr als das Doppelte gesteigert gegenüber gleichalten Myzelien, die bei Zimmertemperatur (18° C) gehalten wurden.

Versuche zur Analyse der Art. In zwei Vorversuchen (Dezember 1922, Februar 1923) wurde festgestellt, daß Einspormyzelien gleicherweise wie Mischkulturen aus einer Sporendichtsaat keine Schnallen aufweisen. Die Art gehört daher, wie *C. ephemerus* zu den ganz schnallenlosen Formen, was bereits MOUNCE (I) festgestellt hat. Außerdem zeigt sich, daß sämtliche Einspormyzelien befähigt waren Fruchtkörper (auf sterilisiertem Pferdemist) zu bilden, doch waren diese sonderbar verhutzelt, nicht normal gestreckt, mit

[1]) *C. curtus* ist ursprünglich für Südafrika (Kapland), auf Pferdemist vorkommend, beschrieben worden. Inzwischen wird diese Art der „Ephemerusgruppe" von BULLER (V) und MOUNCE (I) als in Nordamerika (Winnipeg) und England häufig angegeben und LANGE (I) fand ihn 1901—1905 auf Pferdemist, an verschiedenen Stellen Dänemarks. Das Vorkommen von *C. curtus* auch in Norddeutschland ist daher keineswegs als unwahrscheinlich zu bezeichnen. Es erscheint aber immerhin möglich, daß der zarte Volvaüberzug dieser Art (in der Jugend) häufig übersehen wurde und der Pilz oft *Coprinus* (= Psathyrella) *subtilis* (FR.) zugerechnet wurde.

geborstenem Stiel, anscheinend schlecht oder gar nicht sporend. In gewissen Einspormyzelkombinationen kam es jedoch, auf dem gleichen Nährboden, zu formal und funktionell (Sporenbildung) normal entwickelten Fruchtkörpern. *C. curtus* scheint demnach eine schnallenlose, heterothallische Art zu sein, deren Haplonten sämtlich die Eigenschaft zukommt, ziemlich weitgehend ausgebildete haploide Fruchtkörper zu entwickeln, sich also verhält wie die im Faktor für Ha homozygote, im Versuche 6 (vgl. S. 150) experimentell erzielte Zweigrasse von *C. ephemerus* D.

Gleichzeitig mit der Analyse von *C. ephemerus* wurden daher im Hauptversuche (Januar—Februar 1924) neuerlich sechzehn Einspormyzelien von *C. curtus* isoliert, acht hiervon in sämtlichen Paarungsmöglichkeiten kombiniert[1]), der Befund der Vorversuche bestätigt und innerhalb der Haplonten zwei Geschlechtsgruppen (im Verhältnisse 4:3; ein Haplont zeigt überhaupt keine Neigung zu kopulieren) gefunden. *C. curtus* folgt daher, gleichwie *C. ephemerus* D dem Zweierschema.

Bastardierungsversuch. Je ein Vertreter der beiden so gewonnenen Gruppen von *C. curtus* wurden nun mit Vertretern der vier Haplontentypen von *C. ephemerus* Rasse D (und zwar D_3, D_6; D_7, D_5) zu kombinieren versucht. In keinem Falle jedoch erfolgte Kopulation; beide Partner wuchsen ziemlich gleichmäßig und völlig unabhängig voneinander, teilten sich in den zur Verfügung stehenden Raum und bildeten dann jeder für sich die charakteristischen haploiden Fruchtkörperformen. — Der negative Ausfall des Bastardierungsversuches (ähnlich dem Ergebnis früherer Kreuzungsversuche, vgl. S. 83) zeigt eine weitere, tiefgreifende Verschiedenheit zwischen *C. curtus* und *C. ephemerus* Rasse D, die im Vereine mit den einleitend (S. 124) angeführten morphologischen und physiologischen Unterschieden zwischen beiden Formen ihre Auffassung als verschiedene Arten rechtfertigt.

Zum zweiten Male erweist sich das Bastardierungsexperiment klärend in der so mißlichen Systematik der Gattung *Coprinus* (vgl. S. 95). Für die praktische Pilzsystematik kommt diese Methode, welche die Reinkultur der betreffenden heterothallischen Formen voraussetzt, freilich nicht in Betracht, wohl aber bei monographischer Bearbeitung eines Formenkreises.

---

[1]) Die Wiedergabe der Kombinations- und Rückkreuzungstabellen muß, da sie prinzipiell nichts anderes wie die Tab. Nr. 32, 33 und 34 enthalten, aus Raumrücksichten unterbleiben.

3. Weitere schnallenlose *Coprinus*-Arten.

Außer diesen drei analysierten, völlig schnallenlosen *Coprinus*-Arten konnten auch bei *Coprinus radians* (DESMAZ) FR., *C. domesticus* (PERS) FR., *C. hemerobius* FR., *C. disseminatus* (PERS) und *C. dilectus* FR. in flüchtigeren Orientierungsversuchen weder an Einspormyzelien noch bei Sporendichtsaat (Mischkulturen) auf verschiedenen Nährböden Schnallen festgestellt werden.

Auch die genannten fünf Arten müssen daher zu den schnallenlosen Formen gerechnet werden [1]). *C. radians* bildet, wie bereits in Abschn. I, S. 10 erwähnt, nach längerer steriler Kultur auf Sägespänen normale, sporende Fruchtkörper. Der Aufklärung der Frage, ob er homothallisch oder heterothallisch ist, steht daher nichts im Wege [2]). Für die vier anderen Arten müssen erst die für Fruchtkörperbildung günstigen Nährböden ermittelt werden.

---

[1]) Mit Einrechnung der drei von J. MOUNCE aufgefundenen, schnallenlosen *Coprinus*-Arten sind daher bis jetzt 12 schnallenlose Arten (unter insgesamt etwa 26 analysierten Formen) festgestellt. Der schnallenlose Typus scheint demnach innerhalb der Gattung *Coprinus* ungefähr gleich häufig, wie der schnallenführende zu sein (vgl. auch die zusammenfassende Übersicht Abschn. VI, Tab. 35).

[2]) Anmerkung nach Abschluß des Manuskripts: Inzwischen bereits durchgeführte Versuche lassen es als sicher erscheinen, daß *C. radians* heterothallisch ist; die Anzahl der Sterilitätsfaktoren scheint ebenso wie bei *C. ephemerus* und *C. curtus* bloß auf einen beschränkt zu sein (Zweierschema). Sporengestalt und Größe von *C. radians* vgl. Fig. 3, 8, S. 57.

VI. Abschnitt.

Theoretische Auswertung der Versuchsergebnisse. Schlußbetrachtung.

A. Die Entwicklungs- und Kernverhältnisse bei den Hymenomyzeten überhaupt.

Abschließend mögen nun ganz allgemein die Entwicklungs- und Kernverhältnisse bei den Autobasidiomyzeten und zwar nur für die engere Gruppe der Hymenomyzeten von einem einheitlichen Standpunkte aus gewürdigt werden. Naturgemäß müssen hierzu nicht nur die in den vorangegangenen Teilen behandelten Typen der Gattung *Coprinus* herangezogen werden, sondern es sind sämtliche — meist neuere — Arbeiten auf diesem Gebiete zu berücksichtigen. Auf diese Weise soll, trotz der großen Typenmannigfaltigkeit und der noch lückenhaften Untersuchungsergebnisse ein vorläufig zusammenfassendes Bild der bei den Hymenomyzeten hinsichtlich ihres Gesamtentwicklungszyklus verwirklichten Möglichkeiten angestrebt werden.

Wie bereits im I. Abschnitte erwähnt, wurde das behandelte Gebiet besonders durch die jahrelangen Untersuchungen von Kniep (1911—1923) gefördert. Hauptsächlich seine Ergebnisse führten zu einer — schematischen — Auffassung über die Entwicklungsverhältnisse bei den Hymenomyzeten, wie sie von Kniep selbst [VII (1919), p. 8 und VIII (1922) p. 1] ausgesprochen wird und die im wesentlichen auch in Lehrbücher (z. B. Strasburger, Lehrb. f. Bot., 16. Aufl., S. 403) übergegangen ist. Von diesem Schema soll ausgegangen werden, um es in der Folge so zu erweitern und zu modifizieren, daß alle nunmehr bekannten Typen zwanglos eingeordnet werden können. —

Bei der Keimung der einkernigen Basidiosporen entsteht ein einkerniges, haploides Myzel (Primärmyzel), das unter Umständen teilweise in Büschel ebenfalls einkerniger, keimfähiger Zellen — Oidien — zerfallen kann. An einem variablen Zeitpunkte der Myzelentwicklung erfolgt der Übergang zum Paar-

kernmyzel (Sekundärmyzel). Die Paarkernigkeit, die allgemein bereits als diploides Stadium aufgefaßt wird, erhält sich durch konjugierte Teilung und durch die Vermittlung der Schnallen bis zur Basidie, wo die Kernverschmelzung erfolgt. Der einzig wahrhaft diploide Basidienkern erfährt eine sofortige Reduktionsteilung und liefert so die Kerne für die 4 haploiden Basidiosporen. (Vgl. Schema Nr. 15.)

Schema Nr. 15.

Durch zwei Umstände wird dieses einfache Schema variiert:

1. Durch die doppelte Möglichkeit des Überganges in das Paarkernstadium. — Entweder ist die Art homothallisch. Es erfolgt dann in einem einzigen „Einspormyzel" zu einem bestimmten Zeitpunkte — phänotypisch — geschlechtliche Kerndifferenzierung, so daß das Myzelium autogam (unter Schnallenbildung) zum Paarkernstadium und zur Fruchtkörperbildung übergeht. Die Sporen eines Fruchtkörpers sind demnach alle gleich. — Oder aber die Form ist heterothallisch. Zur Bildung des ersten Paarkernes — und damit zur Entstehung von sekundärem Schnallenmyzel und von normalen Fruchtkörpern ist die Anastomose (Plasmogamie) zweier verschiedener, ganz bestimmter Einspormyzelien nötig. Künstlich isolierte, einzelne Einspormyzelien oder Kombinationen gleicher Einspormyzelien verbleiben unveränderlich im Haplostadium (als Primärmyzel).

Die — ganz allgemein gesagt — kopulationsbedingenden Faktoren werden bei der Reduktionsteilung auseinandergelegt, es besteht eine genotypische Geschlechtsdifferenzierung. Die Sporen eines Fruchtkörpers sind daher nicht alle gleich, sondern von zweierlei Art („Zweierschema", 1 kopulationsbedingender Faktor; z. B. *Coprinus comatus, C. Friesii, C. ephemerus, Paneolus*-Arten) oder von viererlei Art („Viererschema", 2 kopulationsbedingende Faktoren; z. B. *Aleurodiscus*, *Schizophyllum*, *Coprinus fimetarius*, *niveus* u. a.). Die mendelnden kopulationsbedingenden

Faktoren können positiv als „Geschlechtsfaktoren“ (Kniep), oder negativ als Sterilitäts- bzw. Oppositionsfaktoren (Verf., Prell) ursprünglich homothallischer Arten aufgefaßt werden. Solange der ganze, subtile Vorgang der Kopulation heterothallischer Myzelien nicht eingehendst analysiert ist, erscheinen von vornherein beide Auffassungen gleichberechtigt. In ihrer Auswertung, infolge der „geographischen Rassen“, führt jedoch erstere zu einem in der Biologie völlig neuen, in sich widerspruchsvollen Begriff — zur multipolaren Sexualität“, während die zweite, die Annahme von Sterilitätsfaktoren, sich in den Rahmen der bisherigen biologischen Vorstellungen zwangsloser einfügt, so daß die innere Wahrscheinlichkeit für sie spricht. (Vgl. die Ausführungen im folgenden Abschnitte B, 3.)

2. Kann das haploide Stadium im Entwicklungszyklus eines Hymenomyzeten von ganz variabler Dauer sein. (Im Schema 15 die Grenzfälle durch zwei gestrichelte X-Linien verdeutlicht.) Nahezu alle denkbaren Möglichkeiten sind realisiert:

a) Die haploide Phase ist ganz reduziert; sie besteht nur aus der einkernigen, unreifen Sporenzelle. Bei der Sporenreifung, also noch vor Loslösen von der Basidie erfolgt die erste Kernteilung. Die zwei Kerne der reifen Spore stellen bereits den ersten Paarkern dar, der sich nun durch konjugierte Teilung bis zur Kernverschmelzung in der Basidie erhält. Ein solcher Fall ist von Kniep (1913) bei *Hypochnus terrestris* beobachtet worden. — Dieser homothallische Typus ist insofern auch von Interesse, als er zugleich den Grenzfall auf dem Wege zur Erlangung der Heterothallie darstellt. Wird nämlich die phänotypische Geschlechtstrennung nur noch um einen Teilungsschritt zurückverlegt, so erscheint sie in den zäh festgehaltenen Bestand der Reduktionsteilung aufgenommen — es resultiert die genotypische „Geschlechtstrennung“, Heterothallie.

b) Das haploide Myzel erhält sich verschieden lang. Nach Lehfeldt (I) können z. B. die keimenden Sporen von *Corticium serum* (heterothallisch) bereits im Ein- bis Zweizellenstadium anastomosieren und zur Schnallenbildung übergehen. Der homothallische *Coprinus stercorarius* bildet Schnallen bereits 2—3 mm von der Spore entfernt, *Coprinus sterquilinus* erst einige Zentimeter von der Spore, zumeist im Luftmyzel usw.

c) Die haploide Generation bestreitet den ganzen Entwicklungszyklus einer Art; die diploide Phase ist völlig ausgefallen. Dies läßt sich experimentell herbeiführen bei heterothallischen Arten,

wie Kniep (1919, 1921) an den haploiden Fruchtkörpern von *Schizophyllum commune*, *Coprinus fimetarius* zuerst nachwies. Auch hier zeigen sich in der Fähigkeit der einzelnen Arten, haploide Fruchtkörper auszubilden, sämtliche Übergänge: Ganz rudimentäre Fruchtkörperanlagen (z. B. bei — Varianten von *C. ephemerus*); normal aufspannende, aber meist sporenlose Fruchtkörper (*Copr. fimetarius*, *Paneolus*-Arten); Fruchtkörper, die zwar Sporen, aber völlig sterile (keimungsunfähige) bilden (*Paneolus fimicola*) und schließlich völlig normale, haploide Fruchtkörper, an denen unter Ausfall der Reduktionsteilung keimfähige Sporen entstehen (*Schizophyllum commune*, + Varianten von *C. ephemerus* und *C. fimetarius*).

In *Hygrocybe conica* wurde durch Maire (1902), bestätigt durch Fries (1911) und Kniep (1922), eine Art bekannt, die auch unter natürlichen Bedingungen, scheinbar regelmäßig einkernige Basidien (und Subhymenialzellen) aufweist, die ihre Sporen demnach ohne vorausgegangene Karyogamie und Reduktionsteilung bildet. Doch ist dieser Typus insofern den experimentell erzeugten, haploiden Fruchtkörpern z. B. von *Schizophyllum* und *Coprinus* nicht gleichzusetzen, wie Kniep (1921, S. 3) dies will, als von Maire und insbesondere von Fries für das übrige Fruchtkörpergewebe von *Hygrocybe* Paarkernigkeit beobachtet wurde. Bei *Hygrocybe conica* handelt es sich daher nach den vorliegenden Angaben um einen höchstwahrscheinlich homothallischen Pilz, der sekundär zu einem relativ späten Zeitpunkte die Paarkernigkeit einbüßt und seinen Entwicklungszyklus in der haploiden Phase beschließt. — Ob die von Kniep (1911) bei *Armillaria mellea* beobachteten einkernigen Myzelbasidien den gänzlich haploiden Fruchtkörpern gleichzusetzen sind, oder ob es sich hierbei, wie bei *Hygrocybe conica* um einen sekundären Rückfall in das haploide Stadium handelt, wofür gewisse Angaben von Kniep sprechen, soll ohne neuerliche Untersuchung nicht entschieden werden.

Jedenfalls ergibt sich, daß die formativen Prozesse zur Bildung von Fruchtkörpern bzw. von Basidien keineswegs an die 2 x-Phase geknüpft sind (wie z. B. scheinbar die Sporogongestaltung bei den Moosen). Bei künstlicher Verhinderung des Überganges in die diploide Phase treten in ihrem Ablauf höchstens gewisse Korrelationsstörungen (Kümmerformen, Sporenlosigkeit, Sporensterilität) auf.

d) Der zweite Grenzfall, nämlich Diploidie im gesamten Entwicklungszyklus, ebenfalls unter Ausfall der Reduktionsteilung, erscheint denkmöglich, ist aber bisher noch nicht beobachtet worden.

Am ehesten könnte er durch experimentelle Beeinflussung der Reduktionsteilung verwirklicht werden.

Dieses, durch Heterothallie und durch die verschiedene Ausdehnung der beiden Phasen variierte Schema erscheint nun, für Sonderfälle, in jedem einzelnen Punkte bis in das direkte Gegenteil abgeändert:

1. Die Sporen. Sie sind nicht immer einkernig, wie oben angenommen, sondern bei sehr vielen Arten im reifen Zustande zwei- oder mehrkernig, z. B. bei *Hypholoma, Schizophyllum, Coprinus.* Prinzipiell erscheint dieser Umstand von keiner besonderen Bedeutung. Die erste Kernteilung bei der Sporenkeimung ist eben bereits — ohne Zellwandbildung — vorweggenommen. Auf den Fall von *Hypochnus terrestris*, wo die beiden Kerne der reifen Spore bereits den 1. Paarkern darstellen, wurde schon hingewiesen.

2. Das Primärmyzel. Das regelmäßige oder wenigstens vorherrschende Auftreten von einkernigen Zellen im haploiden Keimmyzel scheint relativ selten zu sein (*Coprinus nycthemerus, Collybia* sp., *Corticium varians*). Zumeist ist das Keimmyzel vielkernig (*C. Friesii, C. ephemerus* u. a.; Angaben von Maire) und erhält sich so gleicherweise bei homo- und heterothallischen Formen bis zur Bildung der stets einkernigen Oidien bzw. bis zum Eintritt in das Paarkernstadium. Diesem Cöloblastentypus, der als das primitivere Stadium aufzufassen ist, kann ebenfalls keine grundlegende Bedeutung beigemessen werden. Bei ein- und derselben Art (*Coprinus radiatus* nach Maire) scheinen beide Möglichkeiten (einkernige Zellen und Vielkernigkeit) als individuelle Variationen unter gleichen Bedingungen vorzukommen.

3. Abnormale Kernverhältnisse im Paarkernstadium. Die von Hirmer in letzter Zeit untersuchten *Psalliota*-Arten (*Ps. campestris* und *perara*) zeigen eine in ihrem Entwicklungszyklus noch viel weiter reichende Vielkernigkeit. Paarkernige Zellen entstehen auf dem Wege der allmähligen „Verdünnung" erst in den Lamellen. Die restlose Analyse der Verhältnisse ist bei diesen Arten erschwert durch ihre Schnallenlosigkeit (vgl. Punkt 4) und durch die Unkenntnis, ob Homothallie oder Heterothallie vorliegt, da die Keimung der Sporen bisher nicht gelang. Es erscheint jedoch unwahrscheinlich — auch Hirmer nimmt dies nicht an —, daß das Paarkernstadium erst in den Lamellen entsteht, selbst bei Homothallie. Vielmehr wird das Paarkernstadium durch eine gewissermaßen bis zum letzten Augenblicke mitgeschleppte Vielkernigkeit verdeckt. Diese Auffassung, für Hirmer's Objekte noch

keineswegs zwingend, erscheint die einzig mögliche bei *Coprinus narcoticus* (vgl. II. Abschn.). *C. narcoticus*, eine homothallische, bereits 6 mm von der Spore Schnallen bildende Art, bleibt trotz der Schnallen bis zu den Lamellen vielkernig (bis zu 50 Energiden in einer Zelle). Da in allen bisher beobachteten Fällen das Auftreten von Schnallen kausal verknüpft ist mit dem Vorhandensein eines Paarkernes, so muß auch bei *C. narcoticus* auf Paarkernbildung bald nach der Sporenkeimung geschlossen werden, wenn man nicht vorzieht, hier die Schnallen als vollkommen sinnlos und undeutbar anzusehen, was aber jeder inneren Wahrscheinlichkeit widersprechen würde. Der Typus von *C. narcoticus* bildet insofern auch den Übergang zu den von Kniep (1918) gelegentlich erwähnten[1]) vielkernigen Formen mit Schnallenwirteln (*Coniophora cerebella*, zwei *Stereum*-Arten), als bei diesen mehrere Paarkerne vorhanden sein müssen, von denen bei der synchronen konjugierten Teilung jeder die Bildung einer eigenen Schnalle bewirken. Die in der bereits abgetrennten Schnallenzelle von *C. narcoticus* mehrfach beobachteten 2 oder 3 Kerne weisen auch hier auf das Vorhandensein von mehreren Kernpaaren — verdeckt durch Vielkernigkeit — hin, nur daß die einzelnen überwandernden Kerne gemeinsam eine einzige Schnalle benützen, statt daß jeder eine gesonderte ausbildet (Schnallenwirtel).

Es ergibt sich also, daß die Vielkernigkeit nicht nur im Primärmyzel auftritt, sondern bei gewissen Formen auch weit hinein in das Paarkernmyzel mitgeschleppt wird und erst im Lamellengewebe des Fruchtkörpers, in der Trama, abgestoßen, d. h. zurückgelassen wird. Es erscheint sogar möglich, daß bei gewissen Formen der Cöloblastentypus bis in die Basidien beibehalten werden könnte, daß also die späterhin immer als irrig bezeichneten Beobachtungen von Wager und Rosen den Tatsachen entsprochen haben. Diesbezügliche Nachuntersuchungen werden diesen Punkt noch klären.

4. Das Auftreten der Schnallen. Die Verbreitung der Schnallen und die verschiedenen Typen ihres Auftretens wurde insbesondere von Kniep (V, 1917, VI, 1918) näher verfolgt. Die bei der Gattung *Coprinus* vorgefundenen Verhältnisse konnten nur die Ergebnisse Kniep's bestätigen. Es sind Hymenomyzeten bekannt, die Schnallen von der ersten Paarkernzelle bis zur Basidie konstant an jeder Scheidewand ausbilden, z. B. *Hypholoma fasciculare*, *Pholiota praecox*, *Corticium varians*. Manche Arten besitzen konstant Schnallen im Myzelium, im Fruchtkörper jedoch entweder bloß bis

[1]) Eine nähere Untersuchung dieser interessanten Formen wurde von Kniep in Aussicht gestellt (1918), ist aber bisher nicht veröffentlicht.

zu den subhymenialen Zellen (*Hypochnus subcutilis*, Harper 1902), oder aber es fehlen, wie bei zahlreichen *Coprini*, *Clitocybe expallens* u. a., die Schnallen im Fruchtkörpergewebe ganz. Bei anderen Arten, z. B. *Coprinus comatus*, *Pholiota*-Arten, *Corticium*, *Coniophora* ist das Vorkommen von Schnallen auch im Paarkernmyzel ein fakultatives; nicht jede Scheidewand besitzt eine Schnalle; die Schnallenbildung kann durch Außenfaktoren, z. B. durch submerse Myzelkultur, völlig unterdrückt werden. Schließlich gibt es eine große Zahl gänzlich schnallenloser Arten, wie *Armillaria mellea*, die im V. Abschnitt behandelten *Coprinus*-Arten, die beiden von Hirmer untersuchten *Psallioten* u. v. a. (vgl. die Zusammenstellung Kniep's 1918). Wie bereits früher ausgeführt, gestaltet sich die Prüfung der schnallenlosen Formen auf Heterothallie durch den Fortfall des einzigen, rascher faßbaren morphologischen Merkmales der Paarkernigkeit wesentlich schwieriger, gelingt aber (vgl. V. Abschn., *Copr. ephemerus*) dennoch unter Zurückgreifen auf das bereits verworfene Merkmal der unterschiedlichen Fähigkeit von Haplo- und Paarkernmyzel, Fruchtkörper zu bilden.

Die Paarkernigkeit wird bei den schnallenlosen Formen durch einfache konjugierte Teilungen erhalten. Die Bedeutung der Schnallen ist daher eine sehr problematische. Die Schnallen wurden einerseits als fein berechneter Modus zur Erhaltung der Paarkerne aufgefaßt, andererseits, da sie noch am häufigsten im Luftmyzelium zu finden sind, als Mittel zur Erleichterung des Stofftransportes angesprochen. Keine dieser beiden Deutungen erscheint befriedigend. Denn die zahlreichen schnallenlosen Hymenomyzeten erhalten a) die einmal eingetretene Paarkernigkeit bei der Zellteilung auf viel einfachere Weise und bilden b) oft die üppigsten Luftmyzelien, Ozonien oder Rhizomorphen aus. Es erübrigt sich anscheinend nur, die Schnallen als ein phylogenetisches Erbstück aufzufassen, dessen gänzlicher Abbau innerhalb der Gruppe der Hymenomyzeten sichtlich die fortschreitende Entwicklungstendenz kennzeichnet.

5. Der Übergang zur Paarkernigkeit. An homothallischen Arten ist die Entstehung des ersten Paarkerns niemals direkt beobachtet worden. Bei *C. narcoticus*, wo alle methodologischen Vorbedingungen gegeben gewesen wären, ist die mutmaßliche Entstehung des ersten Paarkerns durch die mitgeschleppte Vielkernigkeit verdeckt (vgl. S. 132).

Bei heterothallischen Arten sind zwei Typen der Paarkernbildung bekannt geworden. Erwartungsgemäß ist, daß nach erfolgter Anastomose zweier entgegengesetzt geschlechtlicher Hyphen sofort

der erste Paarkern und die erste Schnalle entsteht; beobachtet z. B. bei *Corticium serum* [LEHFELD (I)] und *Paneolus* [VANDENDRIES (II)]. Rückläufige Schnallenbildung, oft mit unheimlicher Schnelligkeit, kann erfolgen (*Corticium serum*, *C. fimetarius*) oder unterbleiben (*Paneolus fimicola*, *Coprinus comatus*). Andererseits kann es nach vollzogener Anastomose nicht gleich zur Paarkernigkeit kommen, sondern es folgt ein Stadium unübersichtlicher Kernwanderungen im bereits fertigen Myzel, bis an verschiedenen, voneinander und vom Ort der Anastomose distanten Stellen gleichzeitig Schnallen und Paarkerne auftreten. Dieser Typus, scheinbar der häufigere, wurde exakt nachgewiesen für *Typhula erythropus* und *Corticium varians* [LEHFELD (I)].

Aus dieser Vielheit lassen sich nach den bisherigen Kenntnissen nur folgende, allgemein gültige Sätze gewinnen:

1. Die Basidiosporen sind — zumindesten im halbreifen Zustande — stets haploid.

2. Die Oidien stammen meist vom haploiden Myzel und sind stets einkernig (Ausnahme vgl. IV. Abschn. S. 66).

3. Schnallenbildung tritt nur im Paarkernmyzelium auf. Die Schnallen sind jedoch nicht die einzige Möglichkeit zur Erhaltung der Paarkernigkeit, so daß die Umkehrung des vorstehenden Satzes nicht statthaft ist.

4. Kernverschmelzung findet nur in der Basidie statt; in ihr kommt somit der einzig wahrhaft diploide Kern im gesamten Entwicklungszyklus vor, der sofort der Reduktionsteilung verfällt.

Alle anderen besprochenen Eigentümlichkeiten, also die vier Entwicklungsreihen:

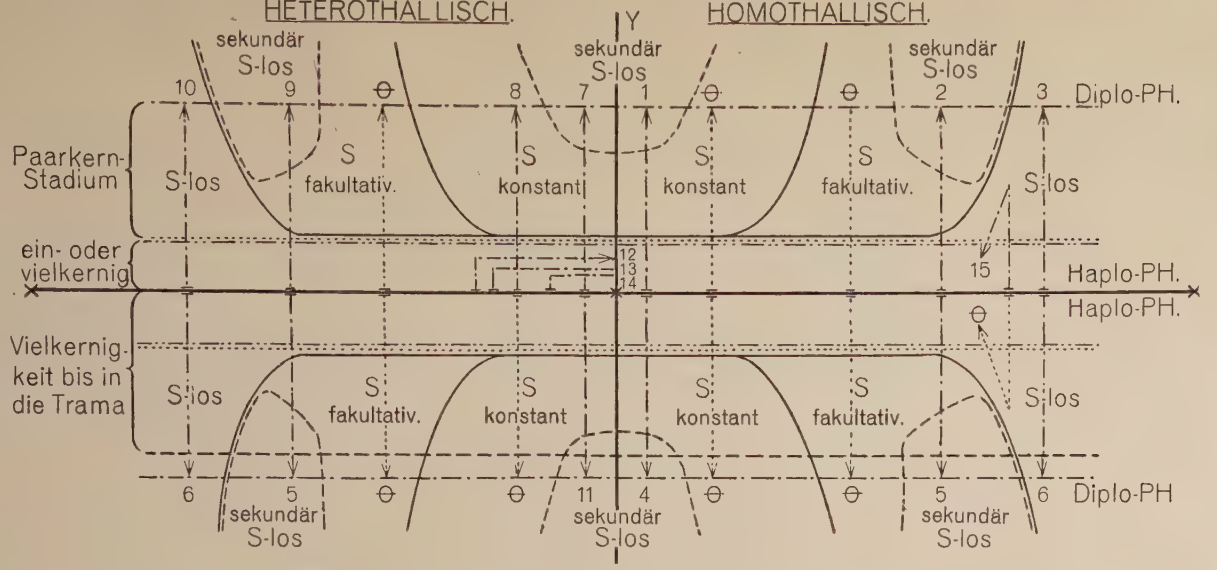
a) Homothallie → Heterothallie (auf Grund von einem Sterilitätsfaktor) → Heterothallie (auf Grund von zwei Sterilitätsfaktoren);

b) Haplophase fast ganz reduziert ← haploide Phase (Primärmyzel) → Haplophase ausschließlich herrschend (haploide Fruchtkörper);

c) Vielkernigkeit auch im Paarkernstadium mitgeschleppt ← Vielkernigkeit (Cölioblastenstadium) im Primärmyzel → Einkernigkeit im Haplomyzel;

d) Schnallen konstant vom 1. Paarkern bis zur Basidie → Schnallen nur in einem gewissen Entwicklungsabschnitt, aber dort wenigstens konstant → Schnallen nur im Myzel und auch dort durch Außenfaktoren zu unterdrücken → Schnallen vollkommen fehlend, sind

Schema Nr. 16. Übersicht über die bei den Hymenomyzeten auftretenden Entwicklungstypen.



Legende: |-·-·-·-·-→ = Gesamtentwicklung eines Hymenomyzeten von der Spore bis zur Basidie. S = Schnallenbildung bzw. Schnallen. |---------→ ø = Noch nicht gefundene, aber theoretisch zu postulierende Typen. Ferner:

1. z. B. *Coprinus sterquilinus* nach Verf.
2. „ „ *Clitocybe expallens* (?) nach Kniep.
3. „ „ *Coprinus ephemeroides* nach Verf. *Armillaria mellea* nach Kniep.
4. „ „ *Coprinus narcoticus*, *Coprinus stercorarius* } nach Verf.
5. (5.') „ *Coniophora cerebella*, *Corticium* spez. } nach Kniep (noch unentschied., ob homo- od. heterothall.).
6. (6.') „ *Psalliota campestris*, *Psalliota perera* } nach Hirmer (noch unentschied., ob homo- od. heterothall.).
7. z. B *Coprinus fimetarius*, *Coprinus Friesii* } nach Verf. *Hypochnus subtilis* nach Harper.
8. „ „ *Hypholoma fasciculare*, *Pholiota praecox*, *Corticium varians* } nach Kniep.
9. „ „ *Coprinus comatus* nach Verf.
10. „ „ *Coprinus ephemerus* nach Harper, Nichols u. Verf.
11. „ „ *Stereum hirsutum*, *Stereum ramale* } nach Kniep.
12. z. B. *Schizophyllum commune*, *Armillaria mucida*, *Coprinus fimetarius* } nach Kniep u. Verf.
13. „ „ *Panaeolus fimicola* nach Vandendries.
14. „ „ *Coprinus niveus*, *Coprinus ephemerus* (teilweise) nach Verf.
15. „ „ *Hygrocybe conica* nach Maire, Fries und Kniep.

untereinander völlig unabhängige Entwicklungskurven. Sie machen in ihrer folgerichtigen Kombination — veranschaulicht in Schema Nr. 16 — die anfangs verwirrend große Zahl von Typen verständlich, wie sie sich nicht nur innerhalb der ganzen Gruppe (Hymenomyzeten), sondern auch nahezu ebenso reichlich innerhalb einer entwicklungsgeschichtlich, morphologisch und physiologisch sonst wohlumschriebenen Gattung (*Coprinus*) verwirklicht finden (vgl. unter B.). Ob die in obenstehendem Schema eingetragenen, denkmöglichen, aber derzeit noch nicht aufgefundenen Typen tatsächlich vorhanden sind oder ob ihre Entstehung — von der Natur sicher versucht — durch eine sekundäre kausale Korrelation der ursprünglich unabhängigen Entwicklungskurven verhindert wurde, können erst zukünftige, viel weiter greifende Untersuchungen entscheiden oder zumindest wahrscheinlich machen.

Diskussion zu Schma Nr. 16: Von den 20, gemäß umstehenden Schemas als möglich angesehenen Haupttypen sind demnach 11—13 als wirklich vorkommend bisher gefunden worden. Bei der noch äußerst lückenhaften Durcharbeitung der Hymenomyzeten in Hinsicht auf alle in Schema Nr. 16 berücksichten Gesichtspunkte, werden gewiß einige der jetzt bloß postulierten Typen — und vielleicht noch ganz andere, hier sich nicht einfügende — gefunden werden.

Von Interesse ist ferner, daß von den 15 heute bereits bekannten, in der Legende mit Beispielen belegten Entwicklungstypen bei 8 Typen Vertreter der Gattung *Coprinus* aufgezeigt werden konnten. Die Typenmannigfaltigkeit, die innerhalb der großen Gruppe der Hymenomyzeten auftritt, erscheint daher in einer einzigen Agaricaceengattung, bei *Coprinus*, nahezu widergespiegelt, bei einer Gattung, von der bisher erst etwa 22 Arten, teilweise bloß flüchtig-orientierend, analysiert werden konnten. Diese Feststellung erscheint wichtig für die systematische Wertung dieser Entwicklungstypen (vgl. S. 138).

B. Zusammenfassung der Versuchs- und Untersuchungsergebnisse über die Geschlechts- und Kernverhältnisse bei der Gattung *Coprinus*.

1. Verteilung der verschiedenen Typen in der Gattung.

Die Gattung *Coprinus* umfaßt nach der Monographie MASSEE's (I) etwa **175** verschiedene Arten aus allen Erdteilen. Wenn auch, wie LANGE (I) betont, ein guter Teil davon sich als in Wahrheit identisch oder bloß als Varietäten herausstellen werden, so sind inzwischen dennoch so viel neue Arten beschrieben worden (BULLER, LANGE u. a.), daß die Zahl der Arten sich selbst bei einer gründlichen monographischen Bearbeitung der Gattung nicht vermindern wird. Von diesen sind nun, wie Tabelle Nr. 35 übersehen läßt,

Tabelle Nr. 35.

Übersicht über die Verteilung der verschiedenen Entwicklungstypen bei *Coprinus*.

Homothallisch				Heterothallisch			
mit Schnallen		ohne Schnallen		ohne Schnallen		mit Schnallen	
paarkernig	vielkernig	paarkernig	vielkernig	nach Zweierschema	nach Viererschema	nach Zweierschema	nach Viererschema
C. sterquilinus Fr. [Mounce, Verf.]	*C. narcoticus* Fr. [Verf.]	ø	*C. ephemeroides* Fr. [Verf.]	*C. ephemerus* Fr. [Verf.]	ø	*C. comatus* Fr. [Mounce, Verf.]	*C. fimetarius* (L.) [Bensaude-, Kniep, Verf.]
? *C. nycthemerus* Vail. [Kniep] ?	*C. stercorarius* (Bull) Fr. [Mounce, Verf.]			*C. curtus* Kalkbr. [Verf.]		*C. clavatus* (Batt.), [Lend.]	= *C. radiatus* (Bolt.) [Verf.]
				C. radians [Verf.]		*C. Friesii* Quel. [Verf.]	*C. niveus* (Pers.) Fr. [Mounce, Verf.]
			unbestimmt, ob homo- oder heterothallisch:			*C. x., Friesii* nahestehend [Verf.]	*C. picaceus* (Bull.) Übergangsform, [Verf.]
			C. dilectus Fr. *C. domesticus* Pers. *C. hemerobius* Fr. *C. disseminatus* (Pers.) *C. impatiens* Fr. } [Verf.]			*C. velaris* Fr. [Verf.]	*C. lagopus* Fr. [Mounce, Verf.]
			C. cordisporus Gibbs *C. stellatus* Buller } [Mounce]			*C. deliquescens* Fr. [Verf.]	*C. micaceus* (Bull.) [Verf.]
						? *C. nycthemerus* Vail. ? [Kniep]	
Summe: 1 (2)	2	ø	1 (7)	(7) 3	ø	6 (7)	5 (6)

26 zum allergrößten Teil mitteleuropäische Arten ± eingehend analysiert worden, das sind also bloß ca. **20 Proz.** Dieser Prozentsatz ist an und für sich gewiß sehr niedrig. Andererseits ist die Gattung *Coprinus* in der gesamten Gruppe der Hymenomyzeten die einzige, bei der eine Analyse der einzelnen Arten einer Gattung überhaupt so weit gediehen ist. Aus diesem Grunde sollen — mit dem nötigen Vorbehalt — doch einige Schlüsse aus dem bereits analysierten Teile gezogen werden.

Es wurde schon früher gelegentlich darauf hingewiesen, daß in der Gattung *Coprinus* offensichtlich schnallenlose und schnallenbildende Arten ziemlich gleich häufig sind; unter 26 Arten waren **11** schnallenlos und **15** schnallenbildend. Anders steht es mit dem Verhältnisse der homothallischen zu den heterothallischen Formen. Unter 18 daraufhin geprüften Arten waren **4** homothallisch, die übrigen **14** heterothallisch. Heterothallie ist also bei *Coprinus* $3^1/_2$ mal so häufig wie Homothallie. Kniep hat 1922 die Ansicht ausgesprochen, „daß die heterothallischen weit in der Überzahl sind, wenn auch ganz gewiß homothallische Hymenomyzeten existieren". Diese Annahme wird durch den Befund bei *Coprinus* einerseits bestätigt, andererseits — falls derartige Verallgemeinerungen überhaupt statthaft sind — doch einigermaßen abgeschwächt. Bei den heterothallischen Arten sind die Formen, bei denen diese Heterothallie auf einem kopulationsbedingenden Faktor beruht („Zweierschema"), ungefähr gleich häufig wie diejenigen mit zwei solchen Faktoren („Viererschema"). Übergangsformen zwischen beiden Typen (*C. picaceus*) sind selten und nur in einem bestimmten Altersstadium zu beobachten. Auffällig und bedauerlich ist, daß es nicht gelang, auch einen schnallenlosen, bifaktoriell heterothallischen *Coprinus* zu finden, einen Typus, der sicherlich verwirklicht ist. —

2. Die Verwertbarkeit der gefundenen Typen für die Systematik.

Schon bei Diskussion von Schema Nr. 16 wurde hervorgehoben, daß das Auftreten von mehr wie der Hälfte der bei den Hymenomyzeten bisher aufgefundenen Entwicklungstypen innerhalb von 18 näher untersuchten Arten einer Agaricaceengattung (*Coprinus*) zur Genüge die Unmöglichkeit veranschaulicht, diese Typen bei der systematischen Gruppierung der Hymenomyzeten mit zu benützen.

Anders jedoch liegt der Tatbestand bezüglich der Verwertbarkeit dieser Typen für die Systematik der Gattung *Coprinus* selbst. Die Gruppierung der Arten erfolgte bei *Coprinus*, der geschicht-

lichen Entwicklung gemäß, zunächst ausschließlich nach grob-äußerlichen Fruchtkörpermerkmalen. Erst in den letzten Jahrzehnten wurden auch mikroskopische Charaktere (wie Größe und Gestalt der Sporen, mikroskopische Beschaffenheit der Volva, der Cystiden, Hydathoden usw.) mit herangezogen.

Bei der großen Schwierigkeit der systematischen Charakterisierung der einzelnen *Coprinus*-Arten, auf die mehrfach bereits hingewiesen wurde, wird man daher auch die in Tabelle Nr. 35 zum Ausdrucke kommenden drei bzw. vier Merkmalspaare, die in gegenseitiger Kombination acht verschiedene Typen ergeben, in Zukunft sicherlich nicht ungenützt lassen. Zwei Bedingungen freilich müßten hierzu erfüllt sein, eine innere und eine äußere.

Die innere Vorbedingung ist, daß die neu gewonnenen Charaktere zumindest ebenso artkonstant sind, als wie die bisherigen morphologischen Charakterisierungsmittel. Dies scheint nach den bisherigen Erfahrungen der Fall zu sein. Verf. konnte niemals eine Art beobachten, die bald homo-, bald heterothallisch, die einmal schnallenlos, dann wieder zumindest vereinzelt schnallenführend, die bald rein paarkernig, bald vielkernig in der Diplophase gewesen wäre. In der Literatur freilich finden sich einige Angaben [Homothallie und Heterothallie bei *C. niveus* und *C. lagopus* nach Mounce (I, II), Schnallenlosigkeit und Schnallen bei *C. ephemerus* u. a.]. Die Stichhaltigkeit dieser Angaben wird wohl in der Zukunft noch geprüft werden. Festzustellen ist jedoch jetzt schon, daß derartige Fälle bisher nie vom selben Beobachter am selben Ort zur selben Zeit mit einem einheitlichen Versuchsmateriale gefunden wurden, was die innere Wahrscheinlichkeit bereits abschätzen läßt.

Die äußere Vorbedingung für die Heranziehung der bezeichneten Merkmale zur systematischen Charakterisierung der *Coprinus*-Arten wäre die Überwindung des weitverbreiteten passiven Widerstandes der Pilzfloristen (seit Brefeld's und Hansen's Zeiten) gegen jede die gewöhnliche, morphologische (evtl. mikroskopische) Untersuchung der Form überschreitende Analyse, wie es etwa Sporenkeimung, Myzelkultur, genetische und cytologische Untersuchung sind, wodurch weniger ein wissenschaftlicher als ein rein praktisch-opportunistischer Standpunkt eingenommen wird. Wie wertvoll z. B. bei heterothallischen Formen bei der Artbestimmung das Bastardierungsexperiment sein kann (negativer oder positiver Verlauf mit Testern bereits bekannter Formen), war aus den Abschnitten III—V mehrfach zu ersehen.

Irgendeine augenfällige Übereinstimmung der Anordnung der

Arten nach ihrem Geschlechtsverhalten, nach der Fähigkeit, Schnallen zu bilden und nach den Kernverhältnissen (Tab. Nr. 35) mit Artgruppen, die gemäß bisheriger Anschauung (Anordnung von FRIES, MASSEE, LANGE usw.) systematisch zusammengehörig sind, ließ sich nicht feststellen — wäre aber auch ein merkwürdiger Zufall gewesen, denn die den bisherigen Gruppierungen zugrunde liegenden Außencharaktere (Ring, Volva, Lamellenanheftung, Sporenfarbe und Größe, Cystidengestalt u. a. m.) sind wohl um so mehr ganz frei und ohne Entwicklungsrichtung kombinierbare und von der Natur tatsächlich kombinierte Realisationskomplexe.

Weder lineare Anordnung noch Stammbaumform (auch körperlich konstruiert) kann bei derartig hemmungslos aus einer großen Zahl von Faktorenpaaren (und ihren quantitativen Abstufungen!) frei kombinierenden Gattungen die Formenmannigfaltigkeit in eine befriedigende, zwanglose gegenseitige Zuordnung bringen. Dies gilt ebensosehr von einer Pilzgattung, wie sie *Coprinus* darstellt, wie von irgendeiner schwierigen Kompositengattung (z. B. *Leontopodium*).

Geometrisch-räumlich muß eine derartige, befriedigende Anordnung für solche Gattungen erst gefunden werden; sie müßte sicherlich ein zusammengesetztes System sich schneidender und komplexweise längs bestimmter Leitbahnen beliebig verschiebbarer Raumkurven (die selbst wieder Variationskurven für die betreffende Eigenschaft sind) darstellen. Gefühls- und taktmäßig aber läßt sie sich von künstlerischen Systematikern näherungsweise verwirklichen.

3. Sind die kopulationsbedingenden Faktoren bei den heterothallischen Formen, Geschlechtsfaktoren oder Sterilitätsfaktoren?

Zum Schlusse bleibt noch diese, bisher stets zurückgestellte Frage kurz zu erörtern. Bereits KNIEP (VIII) diskutiert die gleiche Frage und spricht sich entschieden zugunsten der Auffassung der analysierten mendelnden Faktoren als Geschlechtsfaktoren aus. Gewiß soll, um eine Wendung KNIEP's (VIII) zu gebrauchen, kein bloßer „Streit um Begriffe" geführt werden. Auf Grund der Versuche bei der Gattung *Coprinus* ist jedoch der Verf. zu der Überzeugung gelangt, daß, wie dies schon von verschiedenen anderen Seiten [PRELL (I) spricht z. B. von Oppositionsfaktoren] betont wurde, die Auffassung und Bezeichnung der analysierten Faktoren als

Sterilitätsfaktoren die richtigere, da wissenschaftlich ökonomischere ist.

Spricht man bei den heterothallischen Hymenomyzeten von Geschlechtsfaktoren, so muß man annehmen: 1. daß diese Geschlechtsfaktoren in einer sehr großen Zahl von multiplen Allelomorphen vorkommen (zur Erklärung der „geographischen Rassen", vgl. S. 50 und 71). Bildung multipler Allelomorphe für den erblichen Geschlechtskomplex wäre in dieser Form etwas in der Biologie Neuartiges. — 2. daß bei zahlreichen Hymenomyzeten der geschlechtsbestimmende Erbkomplex entweder geteilt in zwei verschiedenen Chromosomen gelagert ist oder in ihm 50 Proz. „crossing over" vorkommt (zur Erklärung des „Viererschemas") — beides Annahmen, die nach Wissen des Verfassers keinen Präzedenzfall in der Biologie aufweisen können.

Spricht man bei den heterothallischen Hymenomyzeten von ein bzw. zwei Sterilitätsfaktoren, so ist man zu keinen weiteren Annahmen gezwungen. Denn der Fall von *Cardamine* (Correns, 1913) und anderer selbststeriler Pflanzen zeigt, daß 1. Selbststerilitätsfaktoren bei Blütenpflanzen in einer sehr großen Zahl von multiplen Allelomorphen vorkommt (Individualstoffe, Linienstoffe), und 2. daß auch zwei Selbststerilitätsfaktoren, in irgendeiner Weise zusammenwirkend, „Selbststerilität" hervorbringen. Die Auffassung der homothallischen Formen als (phänotypisch entstehende) Kernzwitter ohne jeden Sterilitätsfaktor, die Gleichsetzung der in einem gewissen Alter begünstigten „Durchbrechungskopulationen" (*C. fimetarius, C. picaceus, Schizophyllum*) mit der Erscheinung der partiellen Fertilität bzw. mit den illegitimen Kopulationen bei Heterostylen usw. fügen sich zwanglos in diese Auffassung.

Daß aber, worauf Kniep Gewicht legt, die Sterilitätserscheinungen bei den Hymenomyzeten nicht völlig denen bei den Blütenpflanzen entsprechen, erscheint verständlich, da es sich hier um Haplodiplobionten, dort um Diplobionten handelt. Ja, Verf. ist sogar der Überzeugung, daß gerade die Hymenomyzeten die Selbststerilitätserscheinungen, die bei den Blütenpflanzen durch mannigfache Korrelationen erschwerend verdeckt sind, in besonders klarer und in einer experimentell verhältnismäßig leichter faßbaren Weise vor Augen führen [1]).

* * *

[1]) Nachdem die von Correns verfochtene Auffassung des potenziellen Zwittertumes jeder lebenden Zelle allgemein angenommen erscheint, kann daran folgender Gedankengang fortgesponnen werden: Ist nicht Selbststerilität (der

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

In zweijähriger Versuchstätigkeit wurde mit 18 verschiedenen Arten der Gattung *Coprinus* eingehender experimentiert. Es wurden hierzu mit Reinkulturmethodik insgesamt über 1500 Einspormyzelien isoliert und etwa 6600 Paarungskombinationen (die Wiederholungen oder im vorstehenden nicht verwertete Paarungen uneingerechnet) durchgeführt. Folgende Befunde konnten festgestellt werden:

1. Innerhalb der sonst einheitlichen Gattung lassen sich je nach Geschlechtsverhalten und Fähigkeit zur Schnallenbildung sechs verschiedene Gruppen unterscheiden:

a) Homothallische Arten mit Schnallen: *C. sterquilinus, C. narcoticus, C. stercorarius*; ohne Schnallen: *C. ephemeroides.*

b) Heterothallische Arten mit zwei Haplontengruppen („Zweierschema"), mit Schnallen: *C. Friesii, C. comatus, C. deliquescens, C. velaris* und eine weitere, nicht endgültig bestimmte Art; ohne Schnallen: *C. ephemerus, C. curtus, C. radians.*

c) Heterothallische Arten mit vier Haplontengruppen („Viererschema"), mit Schnallen: *C. fimetarius, C. niveus, C. picaceus, C. lagopus, C. micaceus*; ohne Schnallen: keine.

2. Die zuerst von VANDENDRIES (II, III) für *Panaeolus*-Arten behauptete, wegen teilweise zu kleiner Versuchszahlen und sehr zahlreicher Abweichungen (*Panaeolus separatus*, III) jedoch nicht hinlänglich erwiesene „bipolare" Heterothallie konnte bei acht *Coprinus*-Arten (vgl. Punkt 1b) in ganz scharfer Weise, ohne jegliche Abweichungen, an relativ großen Haplontenzahlen (142 Einspormyzelien bei *C. comatus*, 130 Einspormyzelien bei *C. Friesii*, 134 Einspormyzelien bei *C. ephemerus*) nachgewiesen werden. Die von den Mucorineen, Ascomyceten (*Glomerella*) und Ustilagineen her bekannte einfachste Heterothallie kommt demnach auch bei den Hymenomyzeten vor, ist jedoch in diesem Falle durch das Auftreten geo-

---

Haplonten) der erste Schritt auf dem Wege zur sexuellen Differenzierung; führt sie nicht bei Erstarrung des in multiplen Allelomorphen oszillierenden Sterilitätsfaktors in einem fixen Faktorenpaar zur sogenannten „Isogamie" und von dort zur Oogamie? Dann wären: 1. die bei den Auto-Basidiomyzeten gefundenen Geschlechtsverhältnisse das Abbild einer sehr primitiven Entwicklungsstufe der Sexualität, die gleich auf bloße Homothallie (Autogamie) folgt. Die Ustilagineen, Ascomyzeten und Mucorineen zeigen ein viel weiter differenziertes sexuelles Verhalten. 2. Ergibt sich die Frage: sind also die „Realisationsfaktoren" (im Sinne von CORRENS) nicht eigentlich bloß derzeit auch aktiv auf die Differenzierung einwirkende, ehemalige Sterilitätsfaktoren? Doch dies ist schon wirklich bloßer „Streit um Begriffe".

graphischer Rassen (vgl. Punkt 7) kompliziert. Die von Vandendries bei *Panaeolus* gefundenen, häufigen Durchbrechungen des Zweierschemas sind ebenso zu werten, wie die Unregelmäßigkeiten gegenüber dem Viererschema bei gewissen *Schizophyllum*-Rassen (Kniep) und bei *C. fimetarius* und *C. picaceus* (vgl. Punkt 6), teilweise auch auf krankhaft geschwächte Haplonten zurückzuführen.

3. Völlig neu für die Hymenomyzeten ist der an *C. ephemerus* (134 Haplonten), *C. curtus* und *C. radians* gefundene Typus der Heterothallie nach dem Zweierschema bei gänzlichem Fehlen von Schnallen. Da hierdurch das einzige bisher benutzte morphologische Kriterium zur Analyse der Heterothallie im Stiche ließ, mußte auf das früher benutzte (Bensaude, Lendner), von Kniep verworfene Merkmal der Fruchtkörperbildung zurückgegriffen werden. Entweder wurden überhaupt nur in den miteinander kopulierenden Paarungskombinationen Fruchtkörper gebildet (*C. radians*) oder aber es unterschieden sich die zwar gleichzeitig auftretenden Haplofruchtkörper durch gewisse, sich morphologisch auswirkende Korrelationsstörungen und die Zahl der ausgebildeten Sporen — ganz abgesehen vom zytologischen Befund — klar und deutlich von den normalen, auf kopulierenden Kombinationen entstandenen Diplofruchtkörpern.

4. Die insbesonders an *C. fimetarius* eingehend untersuchte Heterothallie nach dem Viererschema (700 Einspormyzelien, 4000 Kombinationen) ergab eine völlige Übereinstimmung mit den von Kniep untersuchten Verhältnissen bei *Aleurodiscus* und den normalen Rassen von *Schizophyllum*. Die Haplonten verhalten sich starr nach dem Viererschema; Herabminderung der Kopulationsfähigkeit in der Nachkommenschaft eines Fruchtkörpers, kompliziertere Kopulationsverhältnisse als das Viererschema, Mutationen in den zwei kopulationsbedingenden Faktoren, wie dies alles in dem einzigen bisher in mehreren Generationen genau untersuchten Falle eines Viererschemas, bei *Schizophyllum commune*, (Kniep) beobachtet wurde, ließ sich hier nicht nachweisen, ist also hier zumindest sehr selten.

In der Gattung *Coprinus* ist somit die starre, streng der theoretischen Erwartung entsprechende Heterothallie sowohl nach dem Zweierschema wie gemäß dem Viererschema verwirklicht; dieses Ergebnis dürfte durch die leichten, besonders günstigen Kulturbedingungen gewisser *Coprinus*-Arten mit bestimmt sein.

5. Das eine mendelnde, kopulationsbedingende Faktorenpaar der Zweierschema-Heterothallie und die zwei Faktorenpaare der Viererschema-Heterothallie wurden im Gegensatz zu Kniep, in ge-

wisser Übereinstimmung mit den rein theoretischen Erwägungen PRELL's, als Sterilitätsfaktoren der an und für sich zwittrigen (also homothallischen) Haplonten angesprochen (Diskussion und eingehende Begründung vgl. VI. Abschn. B 3, S. 136).

6. Nur bei sehr jungen Einspormyzelien von *C. fimetarius* kommen in $2^1/_2$ Proz. der Fälle zwischen bestimmten Haplontenpaaren Durchbrechungen des Viererschemas vor, und zwar kann sich entweder der eine oder der andere der beiden Sterilitätsfaktoren (vgl. Punkt 5) als unwirksam oder zu schwach erweisen. Schon die Wiederholung dieser Durchbrechungskombinationen (Auftreten von „Pseudoschnallen") gelang nur in zwei von zehn Fällen. Genetisch weist ein Fruchtkörper aus einer solchen Durchbrechungskombination, trotz auffälliger Korrelationsstörungen nichts Neues gegenüber seinen Eltern und Großeltern auf, was mit einem Befund VANDENDRIES (III) bei *Panaeolus separatus* übereinstimmt. — Bei *C. picaceus* treten derartige Durchbrechungskombinationen viel häufiger auf (25 Proz.), konnten auch zur Hälfte noch ein zweitesmal reproduziert werden. Nur einer der beiden Sterilitätsfaktoren erweist sich als zu schwach oder unwirksam, so daß die Durchbrechungen ganz gesetzmäßig zwischen Vertretern von je zwei Haplontengruppen erfolgen („Xer-Schema"). Der Typus von *C. picaceus* kann daher — im Jugendzustande — als Übergangs- und Zwischenform zwischen Zweier- und Viererschema angesprochen werden. Alte Haplonten dieser Art nähern sich dem reinen Viererschema. — Eine bisher nicht gedeutete Analyse eines abnormen Fruchtkörpers von *Schizophyllum* (KNIEP VIII) konnte in Anlehnung an die bei *C. picaceus* beobachteten Verhältnisse als „halbes Zehnerschema" und so als weiterer Übergangstypus zwischen Zweier- und Viererschema interpretiert werden. —

Den Durchbrechungskombinationen muß jedenfalls reales Vorkommen, vergleichbar den bekannt gewordenen partiellen Sterilitätsdurchbrechungen bei Blütenpflanzen in der Jugend oder im Alter und den illegitimen Verbindungen bei Heterostylen zugestanden werden.

7. Bei allen daraufhin untersuchten, heterothallischen Arten konnte das Auftreten von „geographischen Rassen" festgestellt werden, und zwar bei *C. Friesii* (4 Haplontenrassen), *C. comatus* (10 Rassen), *C. fimetarius* (27 Rassen), *C. niveus*, *C. picaceus*, *C. lagopus* (mit je vier Haplontenrassen). Im Anschluß an KNIEP wurden die geographischen Rassen als durch multiple Allelomorphe der Sterilitätsfaktoren bedingt aufgefaßt; sie waren mit sämtlichen

Haplontengruppen anderer Rassen derselben Art fertil. Während die fast uferlose Zahl stets neuer geographischer Rassen bei *C. fimetarius* (analysiert 27 Rassen, ergibt 729 genetisch verschiedene Haplonten, vgl. S. 71) die Befunde von Kniep bei *Schizophyllum* und von Vandendries (III) bei *Panaeolus* sp. zu bestätigen schien, indem nämlich jeder wilde Fruchtkörper von einem anderen Standort aus zwei neuen Multiplen zusammengesetzt erschien, zeigten sich bei *C. comatus* (untersucht 7 Fruchtkörper von 5 weit — über 100 km — voneinander entfernten Standorten, vgl. III. Abschn., S. 50) doch gewissermaßen begrenzte Verhältnisse, in dem ein Haplontentypus an drei verschiedenen Orten auftrat. Folgende allgemeinen Sätze lassen sich ableiten: Fruchtkörper heterothallischer Arten desselben natürlichen Standortes, auch in äußerster Nähe voneinander erwachsen, müssen nicht aus demselben Schnallenmyzel hervorgegangen sein, d. h. nicht aus genetisch (hinsichtlich der Sterilitätsfaktoren) identischen Haplonten zusammengesetzt sein. Fruchtkörper verschiedener Herkunft sind in dieser Hinsicht zumeist auch genetisch verschieden („geographische Rassen"), doch kann ein- und derselbe Haplontentyp als Baustein in Fruchtkörpern sehr weit entfernter Standorte wiederkehren.

8. Genetisch anormale Fruchtkörper wurden bei der Kombination **dreier** genetisch völlig verschiedener Haplomyzelien von *C. fimetarius* erzielt: neben und zwischen den zu erwartenden Fruchtkörpern, die auf die Kopulation von jeweilig zwei Myzelien zurückzuführen sind (drei Möglichkeiten), treten auch solche Fruchtkörper auf, die an und für sich ein geschlossenes Viererschema ergeben — also keine Chimärenfruchtkörper —, jedoch die Gene aller drei Haplomyzelien enthalten. Eine befriedigende Deutung dieser experimentell völlig gesicherten Befunde (drei Fruchtkörper, 160 Einspormyzelien, 1200 Kombinationen), die auf irgendeine Weise eine doppelte Kernverschmelzung und zweimalige Reduktionsteilung oder die Annahme von Triploidie und gesetzmäßigem Herabregulieren erfordert, kann zurzeit nicht gegeben werden (vgl. eingehende Diskussion, IV. Abschn. 1, S. 80).

9. Die Bastardierungsversuche zwischen verschiedenen heterothallischen Arten, wie *C. Friesii* × einer verwandten *C.*-Art, *C. niveus* × *C. fimetarius*, *C. niveus* × *C. Friesii*, *C. lagopus* × *C. fimetarius*, *C. ephemerus* × *C. curtus* verliefen sämtliche negativ, so daß umgekehrt der negative Verlauf des Bastardierungsexperimentes als Kriterium für die Verschiedenheit der Arten verwendet wurde, eine Möglichkeit, auf die schon Vandendries (III) hinwies.

10. Sekundäre Geschlechtscharaktere konnten bei den Haplonten der heterothallischen Arten (sowohl des Zweier-, wie des Viererschemas) in keiner Weise gefunden werden. Bei *C. fimetarius* u. a. erhärtete sich vielmehr der Erfahrungssatz, daß bereits unter 8—10 wahllos isolierten Einspormyzelien eines Fruchtkörpers alle vier zu erwartenden Haplontentypen vorhanden sind.

11. In zwei Fällen wurden ganz unabhängig vom Sterilitätsfaktor mendelnde Merkmalspaare analysiert: Bei *C. Friesii* das Auftreten von gehemmten „kleinen" Keimmyzelien, bei *C. ephemerus* das Auftreten von koralloiden Haplofruchtkörpern, die ebenfalls als eine Hemmungsbildung aufzufassen sind.

a) Die „kleinen" Keimmyzelien von *C. Friesii*, nur in einer Rasse im Verhältnis 1:1 gegenüber den normalen auftretend, erscheinen bloß bei Verwendung gewisser Nährböden, z. B. Pferdemistdekoktagar, nicht aber auf peptonlosen Beneckeagar. Weder verschiedene p_H, noch der Pferdemistdekokt sind für die Hemmungsbildung das Auslösende, sondern ein im Pepton (WITTE) enthaltener bzw. erst bei der Nährbodenbereitung aus ihm entstehender Körper aus der Gruppe der Eiweißabbauprodukte (Ähnlichkeit mit *Ustilago violacea* [BAUCH]). Der Vererbungsmodus dieser auslösbaren Hemmung dürfte durch einen zweifach vorhandenen Faktor beherrscht sein, der das Myzelwachstum im kritischen Jugendstadium reguliert, der homozygot normalwüchsige Myzelien bedingt, heterozygot aber zu der phänotypischen Korrelationsstörung führt.

b) Die koralloiden Haplofruchtkörper bei *C. ephemerus*, die durch einen einzigen, unabhängig mendelnden Hemmungsfaktor für Hutbildung bedingt werden, täuschten anfänglich ein Z-förmiges Heterothallieschema vor. Erst als die bezüglich normaler Haplofruchtkörper homozygote Rasse experimentell hergestellt war, trat das für *C. ephemerus* charakteristische Zweierschema klar zutage. Der Ausgangsfruchtkörper für die Analyse von *C. ephemerus* war demnach ein „Scheinbastard" im Sinne von H. DE VRIES, da die im Hemmungsfaktor homozygote Rasse zwar herstellbar ist, aber erwartungsgemäß nie zur Hut- und Sporenbildung kommt.

12. Ganz gleichsinnig ergaben Versuchsreihen bei *C. fimetarius* und *C. ephemerus*, daß die Fähigkeit zur Bildung von Haplofruchtkörpern innerhalb derselben Haplontengeneration nicht dieselbe ist, sondern eine typische Variationsreihe (GAUSS'sche Wahrscheinlichkeitskurve) mit relativ wenigen + und — Varianten darstellt, unabhängig jedoch von der Beschaffenheit des Nährbodens

und von der Zugehörigkeit zu einer — genetisch bestimmbaren — Haplontengruppe erscheint.

Die festgestellte, individuelle Variationskurve spiegelt vielmehr um einen Mittelwert schwankende „innere Bedingungen" wieder. Es ist zu vermuten, daß die beobachtete Variabilität dieser inneren Bedingungen für die Bildung von Haplofruchtkörpern mit der Reduktionsteilung, d. h. deren in irgend einer Hinsicht quantitativ abgestuften richtigen Durchführung verknüpft sein muß, da die (asexuelle) Nachkommenschaft von + Varianten (die in beschränktem Maße Sporen bilden) vier Generationen lang untereinander weitgehend gleich ist und gegenüber dem Elterntypus nur teilweise etwas abgeschwächte + Varianten darstellen.

13. Bei *C. fimetarius* und *C. ephemerus* wurde ein mit fast mathematischer Präzision festgehaltener Rhythmus in der Abfolge von 1., 2. und 3. Fruchtkörpergeneration (normale Diplofruchtkörper) bei tunlichst gleichen äußeren Bedingungen beobachtet.

14. Die homothallischen Arten *C. narcoticus* und *C. stercorarius* zeigen gegenüber dem ebenfalls homothallischen *C. sterquilinus* (zweikernige Spore, vielkerniges Primärmyzel, paarkerniges Schnallenmyzel) ein abweichendes Verhalten und stellen einen für die Hymenomyzeten neuen Typus dar: zwei bis acht Millimeter von der gekeimten Spore entfernt geht das vielkernige Primärmyzel (bis über 50 Kerne pro Zelle) zur Schnallenbildung über, ohne daß dabei die Kernzahl eine Änderung erfährt. In die Schnallenhyphen treten 1—3 Kerne. Die Vielkernigkeit erhält sich bis in das Tramagewebe der Fruchtkörper. Das Auftreten der Schnallen erscheint jedoch als das Indicium für eine durch Vielkernigkeit bloß verdeckte Paarkernigkeit (vgl. Diskussion, II. Absch., S. 23 und VI. Absch., S. 132).

15. Bei *C. ephemerus* und *C. sterquilinus* erfolgt auch in den Paraphysen Kernverschmelzung, ehe die degenerativen Prozesse einsetzen, was für die Auffassung der *Coprinus*-Paraphysen als steril gebliebene Basidien spricht.

16. Bei *C. sterquilinus* und *C. narcoticus* wurde an den Spitzen der Haupthyphen kernartige Gebilde („Spitzenkörper") von variabler Größe festgestellt, für die eine Teilung nie beobachtet wurde und die mit dem apikalen Hyphenwachstum im Zusammenhang zu stehen scheinen.

17. Die Verfolgung der Keimung bei *C. narcoticus* zeigte, daß die ersten zwei Kerne nicht wie bei *Hypochnus terrestris* auch schon den ersten Paarkern darstellen, sondern daß die phänotypische

Kerndifferenzierung erst innerhalb der ersten 4 mm des Keimmyzels erfolgen muß.

18. Bei *C. comatus* und *C. deliquescens* erfolgt keine rückläufige Schnallenbildung, wohl aber bei *C. fimetarius* u. a.

19. Ein einziges Mal wurde bei *C. fimetarius* ganz unzweifelhaft Oidienbildung an Schnallenhyphen beobachtet. Da eine cytologische Kontrolle nicht erfolgte (Oidien keimten nicht), ist es zweifelhaft, ob in diesem Falle ausnahmsweise auch die Oidien (sonst stets einkernig) paarkernig waren oder ob ein Stück Primärmyzel mit Oidien erst später durch „rückläufige Schnallenbildung" verwandelt wurde. Jedenfalls können Oidien auch am Schnallenmyzel ihren Ursprung haben, entgegen der bisher gehegten Ansicht.

20. Die systematische Verwertbarkeit der gefundenen Charaktere (Homothallie, bestimmte Heterothalliearten, schnallenlos-schnallenbildend; im Sekundärmyzel paarkernig oder vielkernig) ist eine beschränkte, da fast alle Typen bereits innerhalb einer umschriebenen Gattung auftreten (vgl. Übersicht, VI. Abschn. A, Schema Nr. 16). Innerhalb der Gattung *Coprinus* selbst jedoch können die analysierten Gruppen bei neuerlicher monographischer Bearbeitung dieses systematisch sehr schwierigen Formenkreises Verwendung finden. — —

Eine Reihe von im Laufe der Experimente beobachteten Bildungsanomalien an Fruchtkörpern verschiedener *Coprinus*-Arten, die im Vorstehenden nur flüchtig, anmerkungsweise oder gar nicht erwähnt werden konnten, sollen unter Beigabe der nötigen Abbildungen an anderer Stelle zusammengefaßt werden.

Wien, Botanisches Institut, am 12. Juli 1924.

Schriftenverzeichnis.

Atkinson, G. F. I. Origin and development of the lamellae in Coprinus. The Bot. Gaz., 61. Bd., 1916/1, S. 89—130.

Baum. I. Über Zellteilungen in Pilzhyphen. Inaug.-Diss. d. Universität Basel, 1900, zitiert nach Maire (I).

Bauch, R. I. Kopulationsbedingungen und sekundäre Geschlechtsmerkmale bei Ustilago violacea. Biolog. Zentralbl. 42. Bd. (1922), S. 9—38.

Beck, G. I. Albinos und ähnliche Bildungen bei Blätterpilzen. Zschr. f. Pilzkunde, Jahrg. 2 (1923), S. 106—109.

Bensaude, M. I. Sur la sexualité chez les Champignons Basidiomycètes. Compt rend. Acad. Soc. Paris. 165. Bd., 1917/2, S. 286—289.

— II. Recherches sur le cycle évolutif et la sexualité des Basidiomycètes. Thèse, Paris 1918.

Brefeld, O. I. Botan. Untersuchungen über Schimmelpilze. 3. Heft. Basidiomyceten I. 1877, S. 13—122.

— II. Unters. aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. 8. Heft. Basidiomyceten III 1889, S. 36—39, 276—286.

— III. Unters. aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. 14. Bd. Die Kultur der Pilze. 1908, S. 173—175.

Brunswik, H. I. Neuere Untersuchungen über die Sexualitätsverhältnisse bei den Pilzen. Sammelreferat. Zschr. f. indukt. Abstammung u. Vererb., 34. Bd. (1924), S. 214—223.

— II. Über die Sexualitätsverhältnisse bei den Basidiomyzeten (Vortrag). Verh. d. Zoolog.-botan. Ges. in Wien, 73. Bd., Jahrg. 1923, S. (153—154).

— III. Experimentelle Untersuchungen über die Sexualität der Basidiomyzetengattung Coprinus. Deutsch. Ges. f. Vererbungswiss., Ber. über die 3. Jahresv., S. 21.

Buller, A. H. R. I. Researches on Fungi. London 1909. Part I, chap. 19. The *Coprinus*-Type of fruit-body. S. 196—215.

— II. The function and fate of the cystidia of *Coprinus atramentarius*, together with some general remarks on *Coprinus* fruitbodies. Ann. of Botan., Vol. XXIV, 1910, S. 613—629.

— III. Researches on Fungi. Vol. II. Further investigations upon the production and liberation of spores in Hymenomycetes. London 1922.

— IV. Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei *Coprinus sterquilinus*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56. (Pfeffer-Festschrift), 1915, p. 299—329.

— V. Three New British Coprini. Trans. Brit. Myc. Soc., Vol. VI, Part 4, 1920, S. 364—365.

CLAUSSEN, P. I. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über den Erreger der als „Kalkbrut" bezeichneten Krankheit der Bienen. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtschaft (Berlin), 10. Bd. (1921), S. 467—521.

CORRENS, C. I. Selbststerilität und Individualstoffe. Biolog. Centralbl., Bd. 33, 1913, S. 389—423.

DEMELIUS, P. I. Beitrag zur Kenntnis der Cystiden, Teil II und VI. Verh. d. Zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien, Bd. 61 (1911), S. 331 und Bd. 65 (1915), S. 36—46.

EDGERTON, C. W. I. A method of picking up single spores. Phytopathology, Bd. 4 (1914), S. 115—117.

— II. Plus and minus strains in the genus Glomerella. Amer. Journ. of Botany, Bd. I (1914), S. 244—254.

ENGLER-PRANTL. I. Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, Abtlg. 1**, S. 204—209.

FALCK, R. I. Die Kultur der Oidien und ihre Rückführung in die höhere Fruchtform bei den Basidiomyzeten. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanz., 8. Bd., 1902, S. 307—346.

— II. Über die Sporenverbreitung bei den Ascomyzeten I. Mykol. Unters. u. Ber., 2. Heft, S. 77—145.

HANSEN, E. CHR. I. Biologische Untersuchungen über Mist bewohnende Pilze (die sklerotienbildenden Coprini). Botan. Ztg., 55. Jahrg., 1897, S. 111—132.

HARPER, R. A. I. Binucleate cells in certain Hymenomycetes. Bot. Gaz., 33. Bd., $1902/_1$, S. 1—25.

KLEBS, G. I. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. III. Allgemeine Betrachtung. Jahrb. f. wiss. Bot., 35. Bd., 1900, S. 98—100.

KNIEP, H. I. Über das Auftreten von Basidien im einkernigen Myzel von Armillaria mellea Fl. Dan. Zschr. f. Bot., 3. Bd., 1911, S. 529—553.

— II. Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten I, II. Zschr. f. Bot., 5. Bd., 1913, S. 593—637.

— III. Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten III. Zschr. f. Bot., 7. Bd., 1915, S. 369—397.

— IV. Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten IV. Zschr. f. Bot., 8. Bd., 1916, S. 353—359.

— V. Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten V. Zschr. f. Bot., 9. Bd., 1917, S. 81—118.

— VI. Über die Bedingungen der Schnallenbildung bei den Basidiomyzeten. Flora, N. F. 11. Bd., 1918, S. 380—395.

— VII. Über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung. (Untersuchungen an Basidiomyzeten.) Verhandl. d. Phys.-med. Ges. zu Würzburg 1919, S. 1—18.

— VIII. Über Geschlechtsbestimmung und Reduktionsteilung. (Untersuchungen an Basidiomyzeten.) Verhandl. d. Phys.-med. Ges. zu Würzburg, N. F. Bd. 47, 1922, S. 1—29.

— IX. Über erbliche Änderungen von Geschlechtsfaktoren bei Pilzen. Zschr. f. ind. Abst. und Vererbungslehre, 30. Bd., 1923, S. 268—271 und 31. Bd., 1923, S. 169—183.

Knoll, Fr. I. Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Cystiden und verwandter Organe. Jahrb. f. wiss. Bot., 50. Bd., 1912, S. 453—501.

— II. Über die Abscheidung von Flüssigkeit an und in den Fruchtkörpern verschiedener Hymenomyzeten. Ber. d. Deutsch. botan. Ges., 30. Bd., 1912, 1. Heft, S. (36)—(44).

Köhler, P., I. Beiträge zur Kenntnis der Reproduktions- und Regenerationsvorgänge bei Pilzen usw. Flora, 97. Bd., 1907, S. 216—262.

Lange, J. P. I. Studies in the Agarics of Denmark II. Dansk Botanisk Arkiv, Bd. II (1915), Nr. 3, S. 32—50.

Lakon, G. B. I. Die Bedingungen der Fruchtkörperbildung bei *Coprinus*. Ann. Mycol., 5. Jahrg. 1907, S. 155—175.

Lehfeldt, W. I. Über die Entstehung des Paarkernmyzels bei heterothallischen Basidiomyzeten. Hedwigia, 64. Bd. (1923), S. 13—51.

Lendner, A. I. A propos de l'hétérothallisme des Coprins. Bull. d. la Soc. Bot. de Genève, 12. Bd. (2e série) 1920, S. 337—352.

Levine, M. I. The origin and development of the lamellae in *Coprinus micaceus*. Amer. Journ. of Bot., 1. Bd. (1914), S. 343—356.

— II. The origin and development of lamellae in *Agaricus campestris* and in certain species of *Coprinus*. Amer. Journ. of Bot., Bd. 9 (1922), S. 509—533.

Maire, R. I. Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes. Thèse, Paris 1902.

Massee, G. I. A Revision of the genus *Coprinus*. Annals of Bot., 10. Bd. (1896), S. 142—184.

Melin, E. I. Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie der Mykorrhizen von Pinus silvestris L. und Picea Abies L. (Karst). Mykol. Unters. und Berichte von R. Falk, Bd. 2, Cassel 1923 und frühere Literatur daselbst.

Mounce, J. I. Homothallism and the production of fruit-bodies by monosporous mycelia in the Genus *Coprinus*. Transact. Brit. Myc. Soc., 7. Bd., 1921, S. 198—217.

— II. Homothallism and Heterothallism in the Genus *Coprinus*. Ebenda, 7. Bd., 1922, S. 256—269.

Nichols, S. P. I. The nature and origin of the binucleated cells in some basidiomycetes. Trans. of the Wisc. Akad., 15. Bd., 1. Teil, 1904, S. 30—61.

Penzig, O. I. Pflanzenteratologie, 2. Aufl. (1921/22), III. Bd., S. 586—611.

Prell, H. I. Das Problem der Unbefruchtbarkeit. Naturw. Wochenschr., N. F. 20. Bd. (1921), S. 441—446.

Ricken, A. I. Die Blätterpilze. Bd. I, 1915, S. 55—68.

Rosen, F. I. Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen. II. Studien über die Kerne und die Membranbildung bei Myxomyzeten und Pilzen. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanz., 6. Bd., 1893, S. 237—266.

Ruhland, W. I. Zur Kenntnis der intracellularen Karyogamie bei den Basidiomyzeten. Bot. Ztg., 59. Jahrg., 1901, S. 187—206.

Schenk, E. I. Die Fruchtkörperbildung bei einigen *Bolbitius*- und *Coprinus*-Arten. Beiheft z. Bot. Centralbl., 36. Bd., 1. Abt., 1919, S. 355—413.

Strasburger usw. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 16. Aufl., 1923, S. 403—405.

Vandendries, R. I. Recherches sur la sexualité des Basidiomycètes. Compt. rend. Soc. biol., Bd. 86 (1922), S. 513—515.

— II. Recherches sur le déterminisme sexuel des Basidiomycètes. Mém. de l'Acad. royal de Belgique, 2e série, t. V, fasc. 1 (1923), S. 1—98.

— III. Nouvelles recherches sur la sexualité des Basidiomycètes. Bull. de la Soc. Roy. de Bot. de Belgique, t. LVI, 1923, S. 73—97.

Weir, J. R. I. Benötigt der Pilz *Coprinus* Kalksalze zu seinen physiologischen Funktionen? Flora, N. F. 3. Bd., 1911, S. 87—90.

— II. Untersuchungen über die Gattung *Coprinus*. Ebenda, N. F. 3. Bd., 1911, S. 263—320.

Wettstein, R. v. I. Zur Morphologie und Biologie der Cystiden. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, 95. Bd., 1. Abt., 1887, S. 10—21.

Zattler, F. 1. Vererbungsstudien an Hutpilzen (Basidiomyzeten). Zschr. f. Bot., 16. Bd. (1924), S. 433—499.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Morphologie und Biologie der Algen. Von Dr. **Friedrich Oltmanns,** Prof. d. Botanik an der Univers. Freiburg i. Br. Zweite, umgearbeitete Auflage. Drei Bände. 1922—23.

I. Band. Mit 287 Abbild. im Text. VI, 459 S. gr. 8° Gmk 7.50, geb. 9.50

Inhalt: 1. Chrysophyceae. 2. Heterocontae. 3. Cryptomonadales. 4. Euglenaceae. 5. Dinoflagellata. 6. Conjugatae. 7. Bacillariaceae. 8. Chlorophyceae (Volvocales, Protococcales, Ulotrichales, Siphonocladiales, Siphonales). Charales.

II. Band. Mit 325 Abbild. im Text. IV, 439 S. gr. 8° Gmk 8.—, geb. 10.—

Inhalt: 9. Phaeophyceae (Ectocarpales, Sphacelariales, Cutleriales, Laminariales, Tilopteridales, Dictyotales, Fucales). 10. Rhodophyceae (Aufbau der vegetativen Organe. Fortpflanzung).

III. Band. Mit 184 Abbild. im Text. VII, 558 S. gr. 8° Gmk 10.—, geb. 12.—

Inhalt: 1. Morphologie. 2. Fortpflanzung. 3. Die Ernährung der Algen. 4. Der Haushalt der Gewässer. 5. Lebensbedingungen. 6. Vegetationsperioden. 7. Das Zusammenleben. — Literatur. Register.

Hedwegia, 1923, Nr. 1: . . . Auch in seiner neuen Gestalt wird das Werk für jeden, der sich mit den Algen und ihrer Physiologie beschäftigt, ein unentbehrliches Hilfsmittel sein. R. Pilger.

Die farblosen und roten Schwefelbakterien des Süß- und Salzwassers Grundlinien zu einer Monographie. Von Dr. **Werner Bavendamm.** Mit 10 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. („Pflanzenforschung". Hrsg. von Prof. Dr. R. Kolkwitz, Berlin-Dahlem. Heft 2.) VIII, 158 S. gr. 8° 1924 Gmk 6.—

Diese Studie bringt eine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse von den Schwefelbakterien, sowohl nach der experimentellen wie nach der rein theoretischen Seite. Sie liefert zugleich einen Beitrag zur Mykologie der Gebrauchs- und Abwässer. Aus diesen Gründen wird sie Biologen, die sich theoretisch oder praktisch mit diesem Problem beschäftigen, bei eigenem Studium, zwecks neuer Beobachtungen im Laboratorium und im Freien, willkommen sein.

Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Eine mikrobiologische Studie. Von Dr. **Hans Molisch,** o. ö. Prof. und Direktor d. Pflanzenphysiolog. Instituts a. d. Univ. in Wien. Mit 3 Tafeln. VII, 95 S. gr. 8° 1907 Gmk 5.—

Inhalt: I. Methoden zur leichten und sicheren Beschaffung der Purpurbakterien. — II. Die Reinkultur von Purpurbakterien. Beschreibung neuer Gattungen und Arten. Systematische Uebersicht. — III. Die Purpurbakterien in ihren Beziehungen zum Lichte. 1. Einfluß der Richtung der Lichtstrahlen. 2. Einfluß plötzlicher Schwankungen der Lichtintensität. 3. Einfluß der Lichtfarbe. 4. Scheiden die Purpurbakterien im Lichte Sauerstoff aus? — IV. Die Purpurbakterien in ihrer Beziehung zum freien Sauerstoff. — V. Die Chemotaxis der Purpurbakterien. VI. Ueber die Ernährung der Purpurbakterien. 1. Die Notwendigkeit organischer Substanzen. 2. Die Bedeutung des Lichtes. — VII. Die Farbstoffe der Purpurbakterien. 1. Historisches. 2. Eigene Untersuchungen. 3. Bedeutung der Farbstoffe.

Leuchtende Pflanzen. Eine physiologische Studie von Dr. **Hans Molisch,** o. ö. Prof. und Direktor d. Pflanzenphysiolog. Instituts an der Univers. in Wien. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 18 Abbildungen und 2 Tafeln im Text. VIII, 200 S. gr. 8° 1912 Gmk 7.50

Inhalt: 1. Gibt es leuchtende Algen? 2. Ueber das Leuchten der Peridineen. 3. Das Leuchten der Pilze. 4. Das Leuchten und die Entwicklung der Leuchtbakterien in Abhängigkeit von verschiedenen Salzen und der Temperatur. 5. Ernährung, Leuchten und Wachstum. 6. Ueber das Wesen des Leuchtprozesses bei den Pflanzen. 7. Die Eigenschaften des Pilzlichtes. 8. Ueber angebliche Lichterscheinungen bei Phanerogamen.

Die Naturwissenschaften. I. Jahrg. Heft 5 (31. Januar 1913): . . . Es muß ganz besonders darauf hingewiesen werden, daß nicht nur der für physiologische Forschungen interessierte Fachmann, sondern auch jeder Laie, der an interessanten Naturerscheinungen nicht gleichgültig vorübergeht, hier eine Fülle von Aufklärungen und Anregungen zu eigenen Beobachtungen findet. . . . A. Nestler.

Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Von Dr. **Georg Klebs,** Prof. der Botanik in Basel. Mit 15 Abbild. im Text und 3 Tafeln. XVIII, 544 S. gr. 8° 1896 Gmk 18.—

Inhalt: I. Algen. 1. Vaucheria. 2. Hydrodictyon utriculatum Roth. 3. Protosiphon Klebs und Botrydium Wallroth nebst Bemerkungen über die Bedeutung und die Methode der Reinkultur für niedere Algen. 4. Die Konjugaten. (Spirogyra, Desmidiaceen). 5. Oedogonium (— diplandrum Juranyi — capillare Kützing). 6. Ulothrix zonata Kützing. 7. Hormidium (— nitens Menegheni und — flaccidum [Kg.] Braun). 8. Conferva. 9. Bumilleria. 10. Stigeoclonium. 11. Draparnaldia. 12. Chlamydomonas. 13. Hydrurus. — II. Pilze. 1. Eurotium repens de Bary. 2. Mucor racemosus fresenius. — Schlußbemerkungen. Literaturverzeichnis. Tafelerklärungen.

Vergleichende Morphologie der Pilze. Von Dr. **F. Tavel,** Dozent der Botanik, Zürich. Mit 90 Holzschnitten. XI, 208 S. gr. 8° 1892 Gmk 6.—

Inhalt: Einleitung. — I. Die Algen-ähnlichen Pilze oder Phycomyceten. 1. Oomyceten. 2. Zygomyceten. — II. Die höheren Pilze. Erste Reihe: Die Sporangien-tragenden Pilze. 1. Hemibasidii. 2. Basidiomyceten. — III. Das natürliche System der Fadenpilze. — Register.

Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Von Dr. **Alfred Fischer,** ao. Prof. der Botanik in Leipzig. Mit 3 lithograph. Tafeln. IX, 136 S. gr. 8° 1897 Gmk 7.—

Inhalt: Einleitung. — I. Wert der färbungsanalytischen Methode. — II. Cyanophyceen. 1. Gliederung des Inhalts am lebenden Material. 2. Verdauungsversuche. 3. Rindenschicht und Chromatophor. 4. Granulationen. 5. Grundmasse des Centralkörpers. 6. Deutung der Cyanophyceenzelle. — III. Schwefelbakterien. 1. Verteilung und Verhalten des Farbstoffes. 2. Gliederung und Deutung des Inhaltes. — IV. Schwefelfreie Bakterien. 1. Der Bau von Spirillum undula. 2. Andere Formen. 3. Deutung des Bakterienkörpers. — Resultate. Literatur.

Ueber die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kernes. Von **F. G. Kohl,** a.o. Prof. der Botanik an der Universität Marburg. Mit 10 lithographischen Tafeln. 240 S. gr. 8° 1903 Gmk 20.—

Inhalt: Einleitung. Zentralkörper. Cyanophycinkörper. Fett, Gerbstoffe. Chromatophoren. Glykogen. Membran und Scheide. Plasmaverbindungen. Verschlußkörper. Vakuolen. Chromatische Substanz. Heterocysten. Konkavzellen. Zentralkörper. Zusammenfassung der Resultate. Bemerkungen zu den verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Cyanophyceen und Bakterien. Bemerkung zu Brands „Morphologisch-physiologischen Betrachtungen über Cyanophyceen". Uebersicht über die wichtigsten Reaktionen- und Färbungen. Literaturverzeichnis.

Die Selbsterhitzung des Heues. Eine biologische Studie. Von Dr. **Hugo Miehe,** Prof. der Botanik in Leipzig. V, 127 S. gr. 8° 1907 Gmk 3.50

Inhalt: 1. Einleitung. Umfang und Bedeutung des Problems der Selbsterhitzung. 2. Verlauf und Maximum der Temperatursteigerung. 3. Die chemischen Umsetzungen bei der Selbsterhitzung. Festgepacktes Heu unter Ausschluß des Sauerstoffs. 4. Ist die Ursache der Selbsterhitzung chemischer oder biologischer Natur? 5. Die Zusammensetzung der Nährsubstrate zur Züchtung der Heuorganismen. 6. Impfversuche mit Reinkulturen. 7. Beschreibung der wichtigsten im Heu aufgefundenen Mikroorganismen. 8. Selbsterhitzung und Selbststerilisierung. 9. Die thermophilen Mikroorganismen und ihre Existenzbedingungen in der Natur. 10. Heiße Pflanzenstoffe als Brutstätten von Krankheitskeimen. 11. Die Fermentation des Tabaks in ihren Beziehungen zur Selbsterhitzung des Heues. 12. Atmung und Wärme. Selbsterhitzung und Selbstentzündung. Selbsterhitzung in früheren Erdperioden. — Literaturverzeichnis.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.